Geologische Untersuchungen

am

Nordostrande des Surettamassives

im südlichen Graubünden.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der philosophischen Doktorwürde vorgelegt der hohen philosophischen Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität zu Freiburg in Baden

von

Hermann Meyer

aus Cottbus

ACAD. LUDOVIC. BIBL.

Mit 7 Abbildungen und 3 Tafeln.

Hof- und Universitätsbuchdruckerei
C. A. Wagner, Freiburg im Breisgau
1909.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543127_0080

Einleitung.

Als Albert Heim in den Jahren 1878—1883 für die geologische Karte der Schweiz 1 : 100000 das Blatt XIV aufnahm, stellten sich ihm in der Südostecke des Blattes derartige Schwierigkeiten entgegen, dass er auf jede Erklärungsmöglichkeit verzichtete und sich darauf beschränkte, nur die Tatsachen zu beschreiben, nachdem schon 1833—1838 sich Escher und Studer, als die einzigen, die sich mit diesem Gebiet beschäftigt, in gleicher Weise hatten bescheiden müssen.

Inzwischen hatte Steinmann seine Beobachtungen in Graubünden begonnen und deutete 1887 an, dass diese komplizierte Tektonik sich vielleicht durch Ueberschiebungsdecken erklären liesse. Zehn Jahre später drückt er seine Ansicht schon bestimmter aus und weist darauf hin, dass sich seinem Deckenschema wohl auch dieses Gebiet einordnen würde. Als darauf die „Umprägung der geotektonischen Auffassung der Schweizer Alpen" allgemein zur Anerkennung gekommen war, glaubte auch Heim (1906) nun mit „moderner" Tektonik eine Erklärung geben zu können.

Auf Veranlassung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Geh. Bergrat Steinmann-Bonn, habe ich in den Sommern 1906/07 in dem östlichsten Teil dieser eigenartigen Region, in der Gruppe des Piz Curvèr, eine Spezialaufnahme 1 : 25000 begonnen. Da sich während der Arbeit herausstellte, dass zu einer abschliessenden Betrachtung erst noch die Aufnahme der Splügener Kalkberge, mit der Herr Dr. Otto A. Welter-Bonn beschäftigt ist, und des südlich anschliessenden ganzen Surrettamassives nötig ist, wurde von der Veröffentlichung der, bis auf Einzelheiten, für den Umfang dieser Arbeit vollendeten Kartenaufnahmen abgesehen. Eine Uebersichtskarte diene als Ersatz dafür.

Von Herrn Prof. C. SCHMIDT-Basel sind meine Resultate schon im Frühjahr 1908, wie auch im November des Jahres zum Gutachten für das Splügentunnelprojekt verwendet worden. Manuskript und Profile haben Herrn Prof. SCHMIDT für diesen Zweck vorgelegen.

Herrn Prof. STEINMANN bin ich für seine Unterstützung in den Anfängen dieser Arbeit zu grossem Dank verpflichtet, ebenso Herrn Prof. DEECKE für sein lebhaftes Interesse und mannigfache Ratschläge während der Weiterführung der Untersuchungen. Von grossem Vorteil war es mir, dass mich Herr Prof. C. SCHMIDT-Basel im Sommer 1907 und 1908 zu den Vorarbeiten zum Gutachten für das Splügentunnelprojekt hinzuzog, so dass ich auf diese Weise einen guten Ueberblick über die Grenzen meines Arbeitsgebietes hinaus bekam. Ich bin ihm dafür, wie auch für Ueberlassung von zwei Analysen zu Dank verpflichtet. Herr Privatdozent Dr. SOELLNER-Freiburg half mir wiederholt in liebenswürdigster Weise bei petrographischen und mineralogischen Fragen, wo mein Können nicht reichte. Ein gegenseitiger Austausch meiner Resultate mit denen von Herrn Dr. WELTER, der auf der linken Seite des Hinterrheintales in ähnlich gebautem Gebiet arbeitete, machte es mir möglich, in dieser Richtung über mein Gebiet hinaus zu greifen.

Die nötigen Kartenunterlagen 1 : 25000 wurden mir von dem Eidgen. topographischen Bureau in vorzüglich gelungenen Vergrösserungen nach dem Siegfriedatlas gefertigt. Sämtliche Profile und Figuren zeichnete Herr Universitätszeichner SCHILLING-Freiburg nach meinen Entwürfen. Sammlungen von Handstücken befinden sich im Geologischen Institut der Universität Freiburg und im Mineralogischen Institut der Universität Giessen.

Literatur.

An brauchbaren Vorarbeiten für die Aufnahmen fehlte es fast vollkommen, da die HEIMschen Beobachtungen (1891), als nicht auf Spezialaufnahmen beruhend, für meinen Zweck nicht viel zur Benutzung kommen konnten, wenn sie auch schon ein Bild von der verwickelten Tektonik gaben. C. SCHMIDT gibt in einem Anhang zu Bd. XXV d. B. z. geol. K. wertvolle petrographische Einzeluntersuchungen.

Ausser verstreuten kleinen Bemerkungen und Notizen in der Literatur, wie von THEOBALD, DIENER, LUGEON, C. SCHMIDT usw., die zum Teil nur auf

Kombinationen fussen, kommen noch Arbeiten von Rothpletz (1895, 1900, 1902, 1906) und Rütschi (1903) in Betracht.

Rothpletz gibt an verschiedenen Stellen Profile, die aber auf gänzlich anderen stratigraphischen Anschauungen beruhen. Einige von ihm geschilderte stratigraphische Einzelheiten sind für mich von Wert gewesen.

Rütschi endlich hat das Gestein des Nordteiles des Surettamassives, den Rofnaporphyr, petrographisch untersucht und eine — teilweise nicht richtige — Übersichtskarte des Massives (nicht der Sedimente) gegeben.

Die Tektonik des Gebietes wurde in grossen Zügen durch Steinmann (1895, 1898, 1905) schon angedeutet. Er erkannte zuerst das Vorkommen wiederholter Überschiebungen und glaubte unter diesen Glieder seines Graubündner Deckenschemas wiedererkennen zu können.

(Die Literaturangaben sind in der Weise im Text erfolgt, dass durch die Jahreszahl hinter dem Autornamen auf das Literaturverzeichnis am Schlusse hingewiesen ist.)

Stratigraphischer Teil.

Einführung.

Wir befinden uns am Rande der Tessiner Gneissmassive, wo mehrere Massivlappen nebeneinander nach Norden vorstossen, und zwar am östlichsten das Surettamassiv; an seinem nördlichsten Ende liegt das Untersuchungsgebiet auf Bl. 414 (Andeer) des Siegfriedatlas; seine Grenzen sind folgende:

Im Norden die Linie Reischen—Näsch—Gandus, im Westen der Hinterrhein, im Süden Alp Albin—P. 2703, im Osten der Grat P. 2703—Piz Curvèr—Alp Taspin—Gandus.

Auch über diese Linie hinaus wurden kursorische Begehungen ausgedehnt; die folgenden Betrachtungen sollen sich jedoch zunächst auf das Gebiet der Spezialaufnahme beschränken.

Die geologischen Aufnahmen gingen von dem Rofnaporphyr aus. Aus den Spezialkartierungen ergab sich, dass in dem Rahmen meines Arbeitsgebietes sich auf dem Porphyr eine bestimmte, nach Südost fallende Schichtenfolge aufbaut. Diese zeigt nicht eine Folge vom Aeltesten zum Jüngsten, auch nicht dieselben Glieder durch Faltung wiederholt, sondern vollkommen voneinander verschiedene Gesteine, immer wieder getrennt durch ältere Schichten: also nicht eine Folge vom ältesten zum jüngsten, sondern mehrere. Die verschiedenen, so getrennten Schichtreihen wurden nach dem Karten-

bilde als Zonen bezeichnet und nach charakteristischen Gesteinen benannt. Es liegen danach auf dem Rofnaporphyr:

1. Die Zone der Marmore.
2. „ „ „ unteren Breccie.
3. „ „ „ oberen Breccie.
4. „ „ „ der Schiefer mit Ophiolithen.
5. „ „ „ ostalpinen Trias.

Höchst auffallend ist es, dass nicht nur unter der Zone 1 Rofnaporphyr liegt, sondern dass, wie ich hier zuerst zeigen kann, auch je an der Basis der Zonen 2 und 4 eine wenig mächtige Lage von allerdings verquetschtem, aber unverkennbarem Rofnaporphyr sich einschiebt.

Bei Andeer findet das Surettamassiv ein plötzliches Ende, die Zonen streichen darüber noch hinaus und legen sich auf die Schiefer der Via Mala, die uns noch ein weiteres basales Element liefern. Die beigegebene Uebersichtskarte veranschaulicht den Zusammenhang der einzelnen Zonen.

Da, wie wir in der stratigraphischen Besprechung noch genauer sehen werden, die einzelnen Zonen vollkommen verschiedene Gesteine führen und in ihrer Gesamtheit ältere und jüngere Gesteine überlagern, kommen wir dazu, als tektonisches Hauptelement Ueberschiebungen anzunehmen.

Die Ueberschiebungszonen sind gut voneinander zu scheiden; deshalb will ich mich im stratigraphischen Teil nach ihnen richten. Es sind infolgedessen zu behandeln:

I. Die überschobenen Gebiete.
   1. Das Schiefervorland der Via Mala-Schiefer.
   2. Das Surettamassiv (Rofnaporphyr).
II. Die Ueberschiebungszonen.

Von den Ueberschiebungszonen ist die Zone der ostalpinen Trias einer näheren Untersuchung nicht unterzogen worden.

I. Die überschobenen Gebiete.

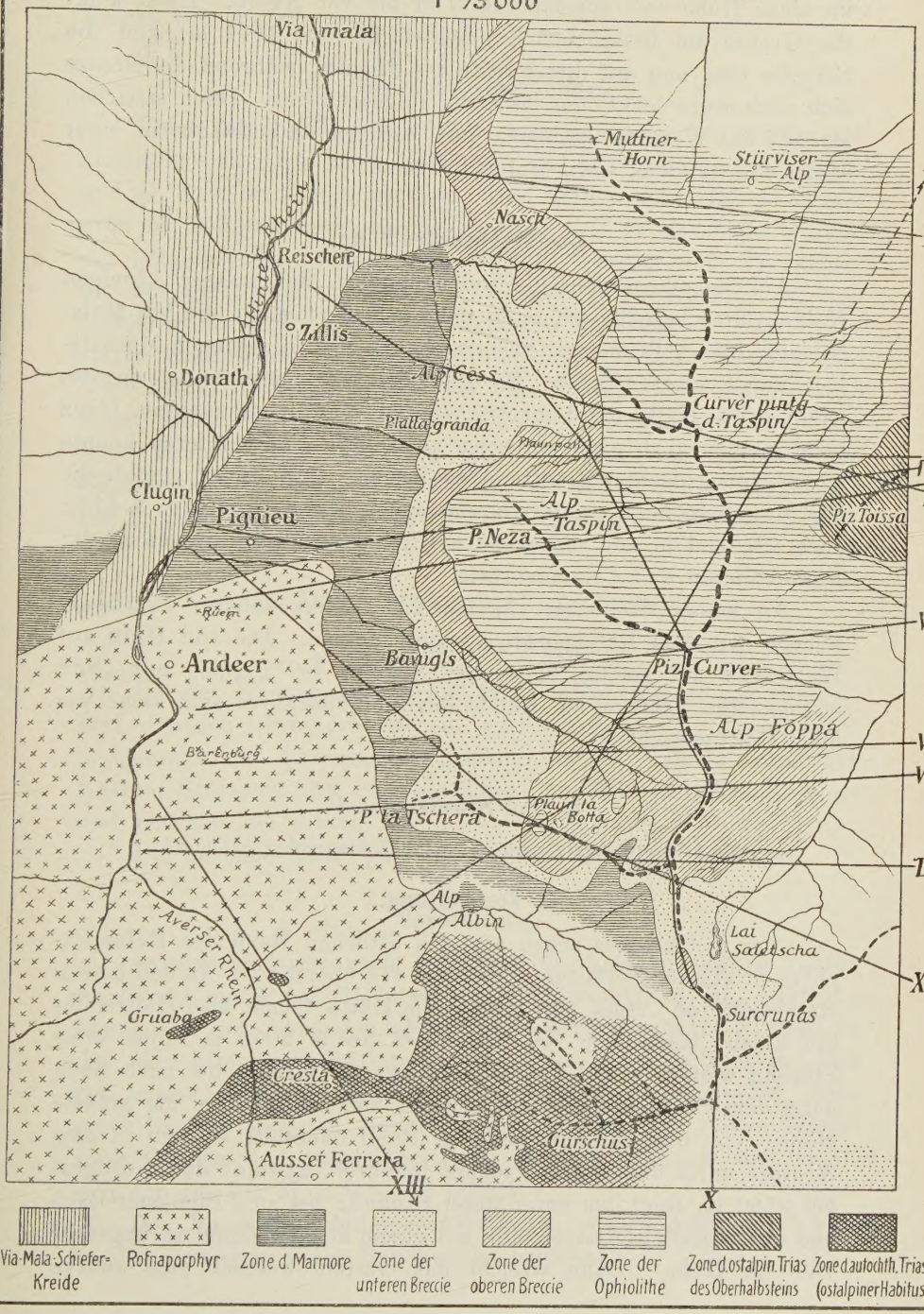
1. Das Schiefervorland.

Verbreitung.

Die Schiefer des Prättigau treten in unser Gebiet in der Nord-West-Ecke mit Süd-Ost-Fallen ein. Ueber der Via Mala, wo sie wahrscheinlich mehrere Falten bilden, erheben sie sich bis

Tektonische Skizze vom Nordrande des Surettamassivs.

1 : 75 000



zu einer Höhe von ungefähr 1600 m bis vor Näsch. Dann sinkt die Grenze am Reischenbach plötzlich bis auf 1174 m, und die Schiefer sind nun auf dieser Seite des Rheines, während die Grenze sich noch etwas senkt, nur bis Zillis aufgeschlossen. Dann streichen sie auf das Westufer hinüber; dort endigen sie südwärts in einer Höhe von 1200 m, kurz hinter Protarm.

Gesteinsbeschreibung.

Auf die petrographische Beschaffenheit „der grauen, körnigen Kalkphyllite" brauche ich nicht näher einzugehen, da die Via Mala-Schiefer innerhalb meines Arbeitsgebietes nur in geringer Mächtigkeit aufgeschlossen sind. Es sind bei mir meist feste, dunkle, feinbrecciöse Kalke mit dolomitischen und Quarz-Komponenten. Ganz lokal können auch grobe Breccien auftreten. Foraminiferen konnte ich nur in schlechter Erhaltung entdecken. C. SCHMIDT glaubt, die Via Mala-Schiefer als untere Kreide ansehen zu dürfen (1907 S. 573); auch ich fand in mir vorliegenden Proben vom „Verlorenen Loch" Foraminiferen und Crinoidenreste.

An keiner Stelle ist ein Kontakt unverkennbarer Prättigauschiefer mit dem Rofnaporphyr aufgeschlossen. Die von HEIM auf Blatt XIV der geolog. Karte der Schweiz bei Pignieu mit „Sg" bezeichneten Schiefer am Rande des Rofnaporphyrs sind keine Via Mala-Prättigauschiefer.

2. Das Surettamassiv.

(Das Surettamassiv wird von dem Rofnaporphyr gebildet.)

Verbreitung.

Am P. Gurschus sehen wir den östlichen Rand des Rofnaporphyrs in starker Zerfaltung auf Blatt 414 übertreten. In den beiden Kalkkeilen von Cresta und Gruaba-La Hütta taucht sein Hangendes tief hinab, läuft aber von Alp Tobel an in 2000 m Höhe ohne Störung weiter. Von Alp Albin steigt die Grenze bis nach Salin unter dem Piz la Tschera und gewinnt hier mit 2370 m die grösste Höhe. Von nun an senkt sich der Rand dauernd; er geht in dem Absturz unter dem Piz la Tschera hindurch, gewinnt den Nordgrat bei 2160 m, folgt ihm unter steter Senkung bis zum Pignieuer-Bach und überschreitet letzteren nur mit einem kleinen Zipfel in ungefähr 1600 m Höhe. Dann streicht das Gestein westlich zum andern

Rheinufer, indem es sich noch einmal in dem Rundhöcker der Kirche von Andeer zeigt.

Gesteinsbeschreibung.

Ueber den Rofnaporphyr habe ich keine eigenen Untersuchungen angestellt und muss mich daher ganz auf C. Schmidt (1891 S. 74) und G. Rütschi (1903) berufen. Der Rofnaporphyr ist ein „grau-grün bis hellgrün schimmerndes, mittel- und grobkörniges Gestein mit fettglänzenden, bläulichen, ölartigen Quarzen und weisslichen, oft mit glänzenden Spaltflächen versehenen Feldspäten, die von Glimmermineralien umwunden werden“ (Rütschi S. 10). Eine starke Schieferung ist überall vorhanden. „Nach Lagerung und Verbandsverhältnissen müssen wir den Rofnaporphyr entsprechend seiner mineralogischen Zusammensetzung und Struktur als einheitliche Eruptivmasse auffassen, die sich über den Gneissen und Glimmerschiefern ausgebreitet hat und späterhin von den Sedimenten der Trias überdeckt worden ist“ (Frdl. Mitteilung v. C. Schmidt-Basel).

II. Die Ueberschiebungszonen.

1. Die Zone der Marmore.

Bei der Kartierung und auf den Profilen war es nur möglich, drei Glieder durchgehend zu unterscheiden: 1. Rauchwacke; 2. Quarzite mit quarzitischen Kalken, reinen Kalken, schiefrigen Kalken, Schiefern und zwar als Trias; 3. mächtige weisse Marmore und Breccien als Tithon.

Die normale Mächtigkeit ist auf 360 m zu veranschlagen.

Verbreitung.

In verschiedenen nach Nordwest übergelegten Falten, deren Stirnwand durch das Rheintal schräg angeschnitten ist, zieht die Masse von den Abhängen über Alp Wasserboden unter P. 2830 zu den über Albin liegenden steilen Abstürzen des P. la Tschera. Mit fast immer gleichem Fallen läuft das Band genau nordwärts, zieht unter Bavugls hindurch, bildet die untere Hälfte der steilen Wände nach Pignieu und taucht bei Zillis am Reischenbach steil unter, sich auf die Via Mala-Schiefer legend.

Der Rand des Rofnaporphyrs wird, soweit Aufschlüsse vorhanden, immer von der Rauchwacke begleitet.

Gesteinsbeschreibung.

1. Rauchwacke.

Ein leuchtend gelbes, meist stark löcheriges Gestein, das mit HCl stark braust. Vielfach ist es grob brecciös; als Komponenten fallen auf Blättchen eines grünen chloritischen Glimmers milchweisse Quarze und bis faustgrosse Bruchstücke eines von zahlreichen grünen Glimmerlagen durchsetzten hellen Kalkes. Quartenschieferähnliche violette oder grünliche Schiefergesteine wurden nie beobachtet. Nie ist Gips mit der Rauchwacke verbunden.

Die Beobachtung HEIMS, „Dass Gerölle von (dem später zu besprechenden) ‚Taspinit' in der Röthigruppe" gefunden seien, habe ich bisher nicht bestätigen können. Vielleicht bezieht sich diese Bemerkung überhaupt auf das höhergelegene Rauchwackeband in der Zone der oberen Breccie, wo aber tektonische Bewegungen derartiges geschaffen haben können.

Gelegentlich geht der eigentliche Charakter der Rauchwacke ganz verloren, wenn die Komponenten äusserst fein werden; wir erhalten dann einen gelben, feinkörnigen, kalkigen Sandstein.

2. Trias.

Mit diesem Sammelnamen muss ich eine Reihe verschiedenster Gesteine zusammenfassen, unter denen es mir nicht gelang, eine sichere Schichtenfolge aufzustellen. Die Bezeichnung als „Trias" wird, wie mir aus Beobachtungen Dr. WELTER's am Piz Vizan hervorzugehen scheint, wohl nicht für alle Schichten zutreffen. Fossilien sind aber bisher in meinem Gebiet nicht gefunden.

Wie schon erwähnt, bildet die Zone der Marmore mehrere nach Nordwest übergelegte Falten, die unter einem Winkel von 45° zum Streichen angeschnitten sind. Wir erhalten dadurch an den Abstürzen nach dem Tal hin eine Reihe Bänder, die im Verhältnis zu ihrer Ausdehnung wenig mächtig sind, sich aber, wohl infolge der gewaltigen Faltung, nicht weit verfolgen lassen.

Berücksichtigt man ausserdem, dass die ganze Schichtenreihe mit kräftiger Ueberrollung an steilen Hängen aufgeschlossen ist, die nur an wenigen Stellen eine Aufnahme ganzer Profile ermöglichen, so erhellt daraus die Schwierigkeit schon allein, in so mannigfache fossilleere Gesteine eine Gliederung hineinzubringen. Die Reihenfolge, in der ich die Gesteine im folgenden bespreche, soll auch ihr Altersverhältnis andeuten, wie ich es mir zur Zeit denke.

An der oberen Grenze des Komplexes unter dem ersten Rofnaporphyrbande, das die Unterlage der Zone der unteren Breccie bildet, finden sich fast immer dünne, schwarze, schalige, stets kalkfreie Schiefer, in denen gelegentlich auch Linsen von äusserst fein kristallinischem Quarz vorhanden sind; diese können so überhand nehmen, dass man von feinkörnigen Quarzitschiefern sprechen möchte. Einige dichte tonige Varietäten zerfallen in polygonale, scharf begrenzte Platten.

An einigen Stellen der grossen Abrisse unter Plaunatsch wurden in den schwarzen Schiefern Einlagerungen beobachtet.

Zunächst haben wir, allerdings nur an einer Stelle über Ruina granda, einen kleinen Fetzen von Rofnaporphyr in geringer Mächtigkeit.

An derselben Stelle, wo dieser Porphyr vorkommt, finden wir noch ein anderes, sonst weiter nirgends auftretendes Gestein, das einen dunkelblaugrünen, sehr zähen Dolomit darstellt. Zahlreiche Kalkspatgänge durchziehen die Masse; eine grosse Zahl kleiner Schwefelkieskristalle verleihen ihr ein grosses spezifisches Gewicht.

Die dritte Einlagerung ist etwas weiter verbreitet als die beiden vorhergehenden. Auf den ersten Eindruck hin möchte man das Gestein als Verrucano bezeichnen; man sieht makroskopisch runde, grosse, trübe, grünliche Quarze mit Glimmerlagen; mit verdünnter Salzsäure erfolgt aber starkes Brausen. Im mikroskopischen Bilde erkennen wir, dass die Quarze vollkommen zerdrückt und zertrümmert sind, sie nehmen den Hauptanteil des Gesichtsfeldes ein; Streifen chloritischen Glimmers ziehen sich zwischen den Quarzkörnern hindurch, ausser einer feinen brecciösen Grundmasse. Der Kalk drängt sich zwischen die Quarze, häufig gerade zwischen ursprünglich zusammenhängende Stücke, und erweist sich darum wohl als eine sekundäre Bildung. Kalktrümmer, die man als Komponenten hätte deuten können, habe ich nicht gesehen.

Die schwarzen Schiefer kommen nun nicht nur unter dem Rofnaporphyrbande vor, sondern auch ohne dasselbe, meist allerdings nicht weit ausgedehnt; wir erkennen sie derart in der Zerfaltungszone des P. la Tschera schon vom Tale aus an ihrer schwarzen Farbe.

Bei diesen Verbandsverhältnissen sehen wir, wie sich vielfach ein graugrüner Quarzit in der Nähe der schwarzen Schiefer in meist nur geringer Mächtigkeit von 1—3 m befindet. Auf der weiten Strecke Alp Wasserboden—Zillis finden wir den Quarzit fast immer,

jedoch in wechselndem Verbande. Inmitten der übrigen Sedimente ragen diese Gesteine durch ihre geringere Verwitterung meist hervor.

Wir haben von den Quarziten einen vollkommenen Uebergang über kalkige Quarzite bis zu reinen Kalken.

Die kalkigen Quarzite haben den grünlichen Ton der reinen Quarzite nicht mehr, sondern sie sind schwach rotbraun, da in ihnen die Farbe verleihenden grünen Chloritschüppchen zurücktreten. Dass die reinen Quarzite aus derartigen kalkigen durch Verwitterung hervorgegangen wären, glaube ich nicht, da die meist immer deutlich wahrnehmbare entkalkte Rinde einen stark rotbraunen Ton hat. Im Gegensatz zu den reinen Quarziten kommt bei diesen Gesteinen eine plattige Absonderung häufiger vor. Die Grundmasse der Quarzite erweist sich als aus kleinsten Quarztrümmern bestehend, die ganz unregelmässig angeordnet sind. Nicht allzu selten sind auch noch grössere runde Quarzkörner erhalten. Der Kalk ist zwischen dem quarzitischen Skelett wolkenartig verteilt. Lösen wir den Kalk mit Salzsäure auf, so bleibt noch eine poröse Masse zurück, die vollkommen fest und widerstandsfähig ist.

In Schliffen von diesen Gesteinen fielen mir zahlreiche gelbbraune Reste von zersetzten Kristallen auf, die teils rhombischen, teils rectangulären und teils sechseckigen Umriss zeigten. Nach einer freundlichen Mitteilung von Dr. SÖLLNER dürfte es sich wohl um zersetztes Magneteisen handeln.

Etwas anders verhält sich in dieser Beziehung die Reihe von Gesteinen, die uns allmählich zu reinen Kalken führt; es sind sehr charakteristische feinporöse, lichte quarzitische Kalke. Der quarzitische Anteil ist bei diesen Schichten nicht sehr viel geringer als bei den kalkigen Quarziten; trotzdem erhalten wir ein ganz anderes Bild. Zunächst ist das Gestein geschichtet, weisse rein kalkige Bänder durchziehen das Handstück. Unter dem Mikroskop erkennen wir, wie die quarzitischen Massen in linsenförmigen Aggregaten, zwischen die sich der Kalk schiebt, voneinander abgesetzt sind. Lösen wir den Kalk heraus, so erhalten wir ein lockeres Gewebe, das wir leicht mit den Fingern zerreiben können. Diese lockere Struktur verleiht wegen der zahlreichen feinen Lufträume dem Gestein seine helle, lichte Farbe. An das Ende der ganzen Reihe, die wir mit reinen Quarziten beginnen liessen, sind dann Gesteine zu stellen, in denen die Kieselmasse ganz zurücktritt, so dass nach Behandlung mit Salzsäure nur noch ein geringer pulverförmiger Staub übrig bleibt. Die Struktur dieser Gesteine ist eben-

falls fein zuckerkörnig-porös, so dass die Farbe meist lichtgrau, gelegentlich sogar rein weiss wird. Die Kalke sind unter diesen Umständen dann als kristallin zu bezeichnen.

Petrographisch und vielleicht auch stratigraphisch wäre ein Kalk anzuschliessen, der zu den eigentlichen schiefrigen Kalken führt. Das Gestein ist ein heller, fein-kristalliner, sehr fester Kalk, dessen Teile linsenförmig von tonigen, glimmerigen Häuten umgeben werden. Auffällig ist, dass an vielen Stellen weisse Quarzaggregate herauswittern, die eine ihrer Längserstreckung parallel gehende Gliederung zeigen. Der Quarz ist vollkommen kristallin. Man möchte an umgewandelte Quarzgerölle oder Hornsteinknauer denken.

Nimmt der Ton- und Glimmergehalt noch mehr zu, so kommen wir zu dem Typus der schiefrigen Kalke, die die Hauptmasse des Komplexes bilden. Die Kalkpartien werden linsenförmig auf den Schichtflächen von starktonigen und glimmerigen Massen umgeben; je nachdem der Kalk nun in dünneren oder dickeren Schichten vorhanden, dunkler oder heller oder stärker kristallin ist, und je nach der Erscheinungsform der tonigen glimmerigen Zwischenmasse resultieren eine Reihe von Gesteinen, die zwar im einzelnen voneinander verschieden sind, sich aber nicht scharf trennen lassen und infolgedessen einheitlich behandelt werden müssen. Mir fiel gelegentlich eine Aehnlichkeit mit Streifenschiefern des Muschelkalkes auf. Als besonders charakteristisch sind aus der grossen Masse herauszuheben stark schiefrige Kalke mit mächtigen grünen sericitischen Glimmermassen. Man kann vielfach diese Sedimente direkt als grüne Schiefer bezeichnen; meist zeigen sie eine starke Neigung zur Verrauchwackung, die stets streifenweise eintritt. An den nördlichsten Fundpunkten dieser Schiefer, an der Ruine über Reischen, findet sich eine stärkere Rauchwackenzone nur undeutlich am Wege aufgeschlossen. Hierin traf ich in einem gelben schwachdolomitischen dichten Kalk zahlreiche kleine *Crinoidenstielglieder*. — Die gesamten Schichten von den kalkigen Quarziten bis zu den schiefrigen Kalken möchte ich als Trias bezeichnen, zumal die Gesteine auch zum grössten Teil identisch sind mit denen, die wir am Lai da Vons auf der Westseite des Rheines direkt auf dem Rofnaporphyr liegen sehen.

Jedenfalls ergibt sich aus der Lagerung mit Sicherheit, dass die besprochenen Schichten älter sind als die gleich zu erwähnenden weissen Marmore.

In diesem triasischen Komplex finden sich in geringer Mächtigkeit unter Spadurs und am P. la Tschera ein dunkelblauer Marmor und ein dunkler brecciöser Kalk. Beide möchte ich für jurassisch halten. Der brecciöse Kalk enthält fast nur dolomitische Komponenten neben wenigen Quarzkörnern. Fernerhin lassen sich oolithische und zoogene Bestandteile nachweisen.

3. Weisser Marmor (Tithon).

Der weisse Marmor stellt sich dar als kristalliner reiner kohlensaurer Kalk, der in Salzsäure ohne jeden Rückstand löslich ist. Gelegentlich findet sich noch eine Schichtung angedeutet. An einigen Stellen sind kleine, bis zu 2 cm grosse, gut entwickelte Quarzkristalle vorhanden. An Fossilien wurde nicht das geringste beobachtet, was ja bei dem kristallinen Zustand nicht erstaunlich ist. Den Marmor möchte ich nach STEINMANN (1905 S. 92) als Tithon auffassen. Für die Tektonik ist es jedoch allein wesentlich, dass der Marmor jünger als die eben beschriebenen Gesteine ist.

Verfolgen wir die Zone nach Süden, so stellen sich in ihr bald grobe Breccien ein. An einer einzigen Stelle bei Alp Albin konnte ich sie auch schon innerhalb des Gebietes meiner Spezialaufnahme finden. Die Felsen hinter den Häusern der Alp bestehen aus einem derartigen Gestein. Dunkle und helle Kalke und Dolomite liegen in einer dunkeln, kalkigen Grundmasse, die mehr oder weniger hervortreten kann. Es hat den Anschein, als ob die Breccie mit über ihr lagernden weissen Marmoren durch Uebergänge verbunden wäre.

2. Die Zone der unteren Breccie.

Die Zone besteht nur aus zwei Gliedern. Das basale ist wieder Rofnaporphyr, das höhere die untere Breccie mit feinbrecciösen Kalken. Die normale Mächtigkeit ist 150—180 m.

Verbreitung.

Die untere Breccie treffen wir in grösserer Ausdehnung. Sie beginnt im Süden zuerst im Val Nandro, wo wir sie an beiden Seiten des Tales bei Alp Nova über Schiefern und unter den Gesteinen der höheren Zone sehen. Die Schichten fallen hier wie fast auf der ganzen Strecke gegen Südosten. Die Breccie zieht von da zum Schmorrasjoche hinauf und bildet den Grat, der von hier zum

P. 2703 zieht. In das Val Foppa biegt sie nur wenig ein und geht kaum über den Lai Saletscha hinaus. Unter ihr treten bald noch nicht näher untersuchte Schiefer zu Tage. Auf Sponda Sursess habe ich dann zum ersten Male den Rofnaporphyr unter der Breccie beobachten können. Vereint setzen beide Gesteine den oberen Teil der Abstürze über Albin zusammen und treten in den Piz la Tschera ein, wo wir auf dem Gipfel fast genau die Grenze von Breccie und Porphyr haben. Bei schwachem Fallen dehnt sich die untere Breccie nach Osten etwas weiter aus infolge einer grossen liegenden Falte. Sie läuft dann in immer gleicher Höhe an dem obersten Teil der Abstürze über Pignieu entlang, im Liegenden begleitet vom Rofnaporphyrbande, das wir das letzte Mal unterhalb Plaunatsch sehen. Nördlich Plaunatsch zeichnet sich die Breccie durch den Reichtum an kristallinen Geröllen aus, senkt sich dann plötzlich stark in die Tiefe und findet am Reischenbach auf den Triasgesteinen der Marmorzone und auf den Via Mala-Schiefern ihr Ende. Auf Alp Cess ist ihr Liegendes stark verschüttet, so dass vielleicht nur darum das Rofnaporphyrband im Liegenden nicht mehr zu erkennen ist.

Gesteinsbeschreibung.

1. Rofnaporphyr.

Ist schon der Rofnaporphyr des Massives ausserordentlich stark umgeformt, so ist dies noch vielmehr mit dessen abgefalteten Teilen der Fall. Meistens können wir gar nicht mehr von einem Porphyr sprechen. Wir haben einen stark geschieferten Sericitgneiss vor uns, der z. B. von den Feldspäten des primären Gesteins nur noch mikroskopisch etwas zeigt. Die Quarze sind stark zerpresst und besitzen bei geringer Grösse eine lagenförmige Anordnung. Das Gestein ist ausserordentlich gut spaltbar, grosse Platten lassen sich leicht ablösen. Die Schieferung erreicht ihren höchsten Grad im P. la Tschera, wo wir ein Maximum dynamometamorpher Einwirkungen haben. Mit Leichtigkeit können wir Platten von 1—2 mm Dicke gewinnen.

Von diesem ersten Rofnaporphyrbande, wie auch von dem später zu besprechenden zweiten unter der Schieferzone, hat Frl. Sahlbohm im mineralogischen Institut der Universität Basel Proben analysiert. Herr Prof. C. Schmidt hatte die grosse Liebenswürdigkeit, mir die Resultate zur Verfügung zu stellen. Zum Vergleich füge ich eine von Rütschi gegebene Analyse bei.

	No. 1	No. 2	No. 3
SiO_2	66,26	70,62	70,25
TiO_2	0,38	0,30	0,43
Al_2O_3	20,54	15,14	14,01
Fe_2O_3	1,16	0,75	1,12
FeO	2,05	2,48	1,59
CaO	0,44	1,27	0,86
MgO	1,33	1,39	0,94
K_2O	4,93	4,37	5,97
Na_2O	1,95	2,53	2,63
$H_2O(a)$ . . .	0,08	0,05	—
$H_2O(b)$ . . .	1,20	1,55	1,35
	100,32	100,45	99,15

$H_2O(a)$ = Wassergehalt bei 105°

$H_2O(b)$ = Wassergehalt beim Glühen.

No. 1. Erstes Rofnaporphyrband unter der Zone der unteren Breccie von Bavugls. Analys. SAHLBOHM-Basel.

No. 2. Zweites Rofnaporphyrband unter der Schieferzone. Analys. SAHLBOHM-Basel.

No. 3. Rofnaporphyr, Granitporphyr nach Rütschi (1903, S. 44). Analys. RÜTSCHI.

2. Untere Breccie (Falknisbreccie).

Ueber dem Rofnaporphyr liegen typische klastische Gesteine, die deutlich aus aufbereitetem Rofnaporphyrmaterial bestehen und nur an einzelnen Stellen kleine Dolomit- und Kalkbrocken enthalten. Immer mehr nehmen nach oben Sedimentbrocken überhand und schliesslich stehen wir nur wenige Meter über dem deutlichen Sericitgneiss vor einer polygenen Breccie mit vorwiegend kalkiger Grundmasse und Komponenten.

Nach STEINMANN identifiziere ich diese Breccie mit der Falknisbreccie, zu der die petrographische Aehnlichkeit sehr gross ist. Ich gebe ihr damit tithonisches Alter, ohne freilich neue Beweise dafür beibringen zu können.

Die Breccie ist als Facies der jurassischen Schiefer zu bezeichnen, was aus ihrem allmählichen Auftreten in den Schiefermassen nördlich von Sufers deutlich hervorgeht.

In den meisten Fällen ist die Breccie kalkig. Wir haben dann einen dunkeln, kristallinen Kalk als Grundmasse, der mehr oder weniger hervortritt und manchmal auf mehrere Meter frei von irgend welchen Komponenten ist. Andererseits kann er sich auf

dünne Bänder zwischen den Bruchstücken reduzieren oder, was sehr selten der Fall ist, nur als Zement auftreten. Gelegentlich ist als Grundmasse auch ein gelb staubig anwitternder Kalk vorhanden. „Die eingeschlossenen Bruchstücke sind vorherrschend Kalksteine, Dolomite, Marmore, namentlich grausalinische oder körnige Kalksteine und staubig gelb anwitternde Dolomite“ (Heim 1891 S. 388) und ausserdem als wesentliche Bestandteile der Falknisbreccie gegenüber einer ähnlichen, später zu besprechenden Breccie, kristalline Gesteine. Diese können lokal zurücktreten und sich nur in sandigen Bestandteilen bemerkbar machen, wie z. B. bei Surcrunas nordöstlich des P. Gurschus; trotzdem sind sie bei einigem Suchen immer wieder zu finden.

Meist ist die Breccie stark gequetscht und die Bruchstücke sind zu langen, flachen Linsen ausgezogen worden. Es ist darum schwer, unter den kristallinen Komponenten deutliche Typen zu unterscheiden, da die Gesteine bei den gewaltigen Druckvorgängen, die sich abgespielt haben müssen, innerlich vollkommen zerbrochen und verruschelt sind. Vielfach treten uns nur einzelne grosse oder kleine Quarze und Feldspäte allein entgegen. Trotzdem kann ich mit Sicherheit sagen, dass Rofnaporphyr als Komponente der Falknisbreccie vorhanden ist. Ausserdem hebt sich als deutlicher Gemengteil ein grüner, grober Granit heraus, der von Heim „Taspinit“ genannt wurde. Makroskopisch bietet er eine grosse Aehnlichkeit zu dem von Lorenz, Hoek, von Seidlitz beschriebenen grünen Granit der Falknisbreccie, mit dem Unterschiede, dass bei unserem Gestein die Gemengteile grösser sind.

Dass dieser grüne Granit mit dem Rofnaporphyr petrographisch zusammenhängt, möchte ich nicht für ausgeschlossen halten, zumal makroskopisch eine gewisse Aehnlichkeit zu grobkörnigen Varietäten des Rofnaporphyrs vorhanden ist; eine „randliche taspinitische Hülle“ (Rütschi) des Rofnaporphyrmassives existiert aber jedenfalls nicht. Von den genannten Autoren wird der grüne Granit mit dem Juliergranit verglichen. Vielleicht ist die Aehnlichkeit mit Varietäten des Rofnaporphyrs von einer nicht zu unterschätzenden Bedeutung. Leider haben wir bis jetzt keine exakten Untersuchungen, die eine genaue Vergleichung aller drei Gesteine gestatten.

Da die Falknisbreccie dem kristallinen Untergrunde direkt aufliegt, ist es selbstverständlich, dass an einigen Stellen kristalline Komponenten vorwiegend oder ausschliesslich zu ihrer Bildung beitragen. Dass das an ihrem Liegenden der Fall ist, habe ich schon

erwähnt; gelegentlich ist es inmitten rein kalkiger Stellen der Fall, am bedeutendsten lässt es sich zwischen Bavugls und Alp Mutta und ganz besonders bei Alp Taspin beobachten.

An letzter Lokalität können wir schön verfolgen, wie sich in der normalen Falknisbreccie nach oben hin immer mehr kristalline Gesteine (grüner Granit besonders) einstellen und wie die kalkige Grundmasse von einer grünen, weichen Grundmasse aus Glimmer und kleinen Quarzen allmählich abgelöst wird. Bald schwimmen nur noch wenige sedimentäre Gesteine in dem arkoseartigen Zwischenmittel, bis auch sie verschwinden. Kristalline Gerölle ergreifen die Oberhand, vor allem der grüne Granit in grossen und kleinen Stücken. Auch Sericitgneiss wird sichtbar und noch einige, bisher nicht näher untersuchte, dichte porphyrische und aplitische Gesteine.

Ganz unregelmässig sind die groben Gerölle in der Grundmasse verteilt; gelegentlich sind sie derart gerundet und in solchen Mengen in einem dichten quarzitischen Zement vorhanden, dass man Bilder erhält, die fast an das Hauptkonglomerat unseres Buntsandsteines erinnern.

Wenn die grossen Gerölle fast fehlen und in der Hauptsache nur kleine, mehr oder weniger gerundete Quarzkörner zu sehen sind, wird man an manche Varietäten des Verrucano erinnert, wie schon HEIM und besonders ROTHPLETZ, der auf die klastische Natur dieser Bildungen überhaupt hinweist, hervorgehoben haben. Die Grundmasse verändert sich vom Liegenden zum Hangenden etwas, das Glimmermaterial tritt zurück und der Quarz bleibt allein übrig. So finden wir am Hangenden vielfach fast nur noch einen Sandstein oder einen Quarzit. Die grösseren Gerölle sind meist in der äussersten Randzone nicht mehr vorhanden, dafür treten aber an einigen Punkten in geringerem Masse wieder Kalke ein, so z. B. direkt unter den Hütten der Alp Taspin. — Diese vorstehend beschriebene Ausbildung der Falknisbreccie ist von HEIM als „Taspinit" bezeichnet worden, ausgehend von dem groben grünen Granit, der in der Hauptsache das Material dazu geliefert hat. Da gar keine Veranlassung vorliegt, diese eigentlich selbstverständliche Facies oder auch nur den Granit mit einem besonderen Namen zu bezeichnen, wäre das Wort „Taspinit" wohl am besten zu streichen.

Ueber der Falknisbreccie treten an einigen Stellen feine, plattige, brecciöse Kalke auf, die mit der groben Breccie nicht durch Uebergänge verbunden sind. Als Komponenten sind ebenfalls Triasgesteine und Quarzkörner erkennbar. Die mikroskopische Unter-

suchung zeigte, dass ausser *Globigerina*, *Textularia*, *Miliola* Reste vorhanden sind, die auf *Diplopora Mühlbergi* Lorenz zurückgeführt werden können. Der Erhaltungszustand der Fossilien ist allerdings sehr schlecht, so dass die Bestimmung dieses Horizontes als untere Kreide mir nach den vorhandenen Schliffen noch nicht sicher erscheint. Auf den Profilen sind diese Schichten darum noch nicht ausgeschieden worden.

3. Zone der oberen Breccie.

Ueber der Falknisbreccie finden wir als ältestes Glied Trias in mannigfacher Ausbildung. An die Triasgesteine schliesst sich eine Schichtenfolge an, die uns über Rhät, Lias bis zur Kreide führt. Die Kreide wird durch eine charakteristische grobe Breccie vertreten. Die normale Mächtigkeit beträgt ungefähr 240 m.

Verbreitung.

Die Zone der oberen Breccie schliesst sich in ihrer Verbreitung eng an die Falknisbreccie an. So finden wir schon im Val Nandro Trias und Lias auf der Falknisbreccie. Durch kursorische Begehungen konnte ich feststellen, dass von dort aus sich die Zone über Crestota und Cuolm da Bovs nach Surcrunas zieht, wo sie in einzelnen Fetzen auf der Falknisbreccie liegt. Am Culmetpass und auf Plaun la Botta treffen wir sie dann in grosser Ausdehnung und in guter Ausbildung. In den rasigen Hängen, die vom Grat P. Curvèr bis P. Neza herabkommen, zeigen uns schlechte Aufschlüsse die weitere Fortsetzung an, bis wir über Plaunatsch und Taspin nach den Maiensässen am Reischenbach, Näsch und Gandus kommen. Hier findet die Falknisbreccie als Liegendes ihr Ende; die höhere Zone streicht auf dem Via Mala-Schiefer weiter nach Norden, allerdings nicht mehr so vollständig wie vorher. Bis zur Alp Samest können wir die Facies der unteren Breccie gleichmässig nachweisen; dann treffen wir nur noch vereinzelte Fetzen, die sich über der Via Mala in die Gegend von Mutten verfolgen lassen und ihre weitere Fortsetzung in dem bekannten Trias-Lias-Vorkommen von Tiefenkasten finden werden.

Gesteinsbeschreibung.

1. Trias.

Als tiefstes und verbreitetstes Glied sehen wir fast überall, wo überhaupt das Hangende der Falknisbreccie aufgeschlossen ist, eine

leuchtend gelbe, löcherige Rauchwacke. In den meisten Fällen ist das Gestein brecciös, unter den Komponenten finden wir verschiedene dunkle und helle Dolomite, Quarze und vor allem violette und hellgrüne quartenschieferähnliche Gesteine. Ich habe schon vorher erwähnt, dass in der Rauchwacke des Rofnamassives derartige Komponenten nie vorkommen. Besonders verbreitet ist die Rauchwacke an dem Vereinigungspunkte der drei Grate vom P. Curvèr, P. la Tschera und Surcrunas, auf Plaun la Botta und am Reischenbach. Vielfach ist mit der Rauchwacke *Gips* in stellenweise mächtigen Stöcken verbunden, so z. B. auf Plaun la Botta, wo uns schon von Weitem weisse zerschrattete Felsen entgegenleuchten und zahlreiche Einsturztrichter verraten, dass sich dieses Gestein unter Plaun la Botta mit dem Gips von Sponda Sursess vereinigt. An dieser Stelle schliesst sich an die Rauchwacke ein weisslicher, orange verwitternder Dolomit, von HEIM als „Rötidolomit" bezeichnet, ferner Quartenschieferähnliche tonige violette oder grüne Gesteine, die gelegentlich auch brecciöse Struktur zeigen. Das darüber folgende Profil durch Rhät, Lias etc. will ich erst später besprechen. Ausser diesen Triasgliedern, die in einem ungestörten Profil zu liegen scheinen, sind noch eine Reihe weiterer Typen vorhanden, die meist nur in kleinen Partien und in höchst verwickelter Lagerung aufgeschlossen sind, so dass es mir bisher nicht gelang, eine regelmässige Aufeinanderfolge zu ermitteln. Alle diese letzterwähnten Gesteine haben „inneralpinen Habitus". Einige sich öfter wiederholende Gesteine, wie sie z. B. auf der kleinen Strecke Bavugls—Plaun Schumanet besonders mannigfach vertreten sind, will ich hier kurz anführen. So finden wir gleich über den Hütten von Bavugls einen dunkelblauen, plattigen bis schiefrigen Dolomit. Er besitzt eine eigenartige Struktur, die an die Erscheinung einer „fausse brêche" erinnert: Linsenförmige bis kugelige Partien sind durch braunrote Häute aneinander abgesetzt. Auch gelber Dolomit ist vorhanden; er ist vielfach fein- und grobbrecciös mit Triaskomponenten und Quarzadern.

Charakteristisch und weit verbreitet ist ein grau anwitternder weisser Marmor, mit zahlreichen winzigen verkieselten und dolomitischen Resten, unter denen man fast Diploporen zu erkennen glaubt. Sonst wären noch zu erwähnen ein graublauer, geschichteter Marmor, eine dunkle dolomitische Breccie mit Crinoidenresten und plattige, glimmerige, grüne Schiefer. Ganz lokal erscheint auf Plaun la Botta über der Rauchwacke in geringer Mächtigkeit ein

dichter feinkörniger, grüner Sandstein, den ich sonst nirgends beobachtet habe.

Als höchsten Triashorizont finden wir *Rhät* gut ausgebildet. Es ist ein fester blauschwarzer Kalk oder Dolomit, ungefähr 1 m mächtig, dicht von Fossilien durchsetzt; leider lassen sich letztere nicht herauspräparieren. In dem einzigen normalen Profil auf Plaun la Botta kommt das Rhät mit dunkelblaugrauem, mildem, tonigem Schiefer und einem oolithischen Dolomit zusammen vor. Von Fossilien konnte ich folgende bestimmen:

Myophoria postera Qu.
Pecten, Nucula, Avicula, Chemnitzia,
Rhabdophyllia, Lithodendron, Zeilleria.

Myophoria postera besitzt den Wert eines Leitfossils.

Die an das Rhät sich anschliessenden Schichten lernen wir am besten kennen in dem schon mehrfach erwähnten Profil auf Plaun la Botta in der Richtung von West nach Ost.

Trias.

Gelber verwitternder Dolomit mit einzelnen Zwischenlagen von violettem oder grünem Tonschiefer (Quartenschiefer)	20 m
Gelb verwitternde violette Schiefer, unten stark schiefrig, oben fester, brecciös	4,5 „
Fester, schmutzig blassgrüner, braunrot verwitternder Tonschiefer	0,6 „
Gelber Dolomit	1 „
Dunkelblauer, rostbraun anwitternder, plattiger Tonschiefer (vielleicht schon Rhät)	0,4 „

Rhät.

Dunkler fossilreicher Kalk	0,25 „
Dunkelblaugrauer, milder, dichter, hellstaubig verwitternder, schwachkalkiger, toniger Schiefer	0,5—0,10 „
Dunkle, splittrige, feste, blaurötlich verwitternde Tonschiefer	0,15 „
Dunkler, fossilreicher Kalk, leuchtend gelb verwitternd, nach oben mergelich	0,25 „
Dunkler, fossilreicher Kalk mit *Myophoria postera*	0,6 „
Fossilreicher Dolomit	0,2 „
Dunkelblauer, dichter, leuchtend gelb verwitternder Dolomit	0,5 „

Dunkelblauer, fahlgelb verwitternder, oolithischer Dolomit mit einzelnen Bivalvenresten	3	m
Blauschwarze, rostig verwitternde Tonschiefer mit dunklen, festen Quarzen, vielleicht schon Lias . . .	1	„

Lias.

Dichter, dunkler, rauhrostig verwitternder Kalk, stellenweise auch schiefrig, mit Pectiniden *(Pect. valoniensis?)*	3	„
Dichter, dunkler, hellgrau verwitternder, wilder Kalk mit wenigen Zweischalern	6	„
Derselbe mit hellen Kieselbändern	7,5	„
Darin Gryphaeen, Terebrateln; oben *Aegoc. Jamesoni*, *Polymorphites polymorphus*, *Lytoceras*, *Phylloceras*, *Belemniten.*		
Rauhe, rostig anwitternde, schiefrige Kalke mit *Belemniten* aus der Gruppe des *Bel. paxillosus* . . .	9	„

An diese deutlich bestimmbaren Horizonte schliesst sich nun eine Schichtenfolge mit unsicheren Gliedern an. Es sind das schiefrige Gesteine, wie sie aus der Aufbruchszone als „Schiefer unbestimmten, vielleicht liasischen Alters" beschrieben worden sind: „Mergelschiefer, Kalkschiefer, Tonschiefer, sandige Schiefer, Sandsteine, feine Breccien, das sind die Steine, die uns als offenbar zusammenhängender Komplex hier beschäftigen." Ueber ihr Alter lässt sich nichts Genaues sagen, ausschlaggebende Fossilien habe ich nie darin gefunden. Es ist wohl möglich, dass an diesen Gesteinen untere Kreide teilnimmt.

Als höchstes Glied dieser Zone legt sich auf die Schiefer eine grobe Breccie, die in ihrem Habitus an die „Brêche du Chablais" und „Brêche du Télégraphe" ausserordentlich erinnert, wie sie auch von Arosa und aus dem Rhätikon bekannt ist. Sie enthält bis auf wenige kleine Quarzbrocken sedimentäre Komponenten, meist dunkle und helle Dolomite, fast immer ohne Grundmasse. Gelegentlich kann die Aehnlichkeit mit der unteren, der Falknisbreccie, recht gross werden; aber die bald auffindbaren grünen Granite in der letzten und die dunkle, an andern Stellen wieder stärker sich zeigende Grundmasse, die für die untere Breccie auch als charakteristisch zu gelten hat, belehren uns eines Besseren.

Unter den Komponenten der Breccie fielen durch ihre schwächere Abwitterung kleine schwarze Kalkstückchen auf. Schliffe zeigten einen ausserordentlichen Reichtum an kleinsten verkieselten Fossilien.

Zu erkennen waren Zweischaler, Echinodermenreste, Globigerinen, Milioliden, Nodosarien und einzelne Stücke von einer *Orbitulina*, die kleiner ist als *Orbitul. lenticularis*, sich aber durch ihre Struktur als deutlich zu dieser Gattung gehörend erwies. Das Alter der Breccie wäre darnach in einer Beziehung genau festzulegen: es muss mindestens obere Kreide sein. Für die „Brêche du Chablais" und „du Télégraphe" ist jurassisches Alter sicher. Durch andere Fossilfunde wird dieses Ergebnis vielleicht noch gestützt. Wir können z. B. auf Alp Taspin beobachten, wie in der groben Breccie die Komponenten kleiner werden, sich Crinoidenreste einstellen und schliesslich eine dunkle, rostig anwitternde, feine Crinoidenbreccie entsteht. In ihr finden sich Belemniten, wie sie auch gelegentlich in der groben Breccie vorkommen, kleine spitze Formen mit, wie es scheint, stumpfer Alveole. Unter den Crinoiden erkennen wir deutliche *Pentacrinus* und eine andere Form, die nach dem vorhandenen Material an *Bourguetocrinus* erinnert. Es scheinen mir also auch diese Funde darauf hinzuweisen, dass in der groben Breccie Kreide vorliegt. Die Mächtigkeit der oberen Breccie ist ungefähr 8—10 m, gegenüber 150 m der unteren Breccie.

Mit der oberen Breccie zusammen kommt häufig, gelegentlich auch allein den höchsten Horizont der Zone bildend, ein weisser Marmor vor, der nur vereinzelte weisse, kleine dolomitische Komponenten enthält. Einen Uebergang in die Breccie habe ich nicht bemerken können, so dass vielleicht nicht ausgeschlossen ist, dass wir hier Tithon vor uns haben. Im Talhintergrunde von Alp Neza zeigen sich in dem Marmor Reste, die ich auf *Ellipsactinia* zurückführen möchte. Auch im Süden am Averser Weissberg bildet wiederholt das Kalkband das Hangende der Zone.

4. Zone der Ophiolithe.

Als tiefstes Glied treffen wir Rofnaporphyr, dem sich deutliche Trias anschliesst; darüber folgen gewaltige Schiefermassen, in deren unteren Teilen ophiolithische Eruptiva liegen. Die normale Mächtigkeit ist auf 600 m zu veranschlagen.

Verbreitung.

Die Zone setzt die Masse des Piz Curvèr zusammen und fällt von dort nach dem Oberhalbstein zu in grosser oberflächlicher Ausdehnung ab, so dass ich nur den Verlauf der unteren Grenze fixieren kann.

Schon in dem mir durch kursorische Begehungen bekannten Val Nandro sehen wir, wie sich auf die Gesteine der Zone der oberen Breccie Schiefer mit zahlreichen Eruptiven legen; der Gipfel Martegnas wird von Schiefern zusammengesetzt, die dann an die Basis des Piz Curvèr hinüberstreichen. Hier auf Alp Foppa konnte ich zum ersten Male Rofnaporphyr als liegendes Glied auf den weissen Marmoren der tieferen Zone beobachten. Letzte keilt nach Osten unter den ophiolithischen Schiefern aus, und diese kommen auf die Schiefermassen zu liegen, die östlich des Lai Saletscha unter der Falknisbreccie hervortauchen. Von Alp Foppa streicht die untere Grenze der Ophiolithzone nach dem Culmetpass zu, wo sich zahlreiche Eruptiva finden, und dann an den Abhängen von Piz Curvèr und Piz Neza über Alp Neza nach Plaun Schumanet, wo sie an das Hangende der Falknisbreccie ganz herantritt. Darauf biegt die Grenzlinie scharf um und zieht über Plaunatsch nach Botta auf Alp Taspin. Bis hierher habe ich von Alp Foppa aus den Rofnaporphyr als basales Band verfolgt. Der weitere Verlauf der Grenze ist mir nur nach kursorischen Begehungen bekannt. Jedenfalls gehören die grossen Abstürze über Gandus und Näsch noch ganz zu dieser Schieferzone.

Isoliert von der Hauptmasse der Ophiolithzone findet sich als Erosionsrest im Hintergrunde von Alp Neza Rofnaporphyr mit Trias, Schiefern und Eruptiven, schwimmend auf der tieferen Zone.

Gesteinsbeschreibung.

1. Rofnaporphyr.

Betreffs des Rofnaporphyrs kann ich auf das verweisen, was ich über das gleiche Gestein unter der Falknisbreccie schon gesagt habe. Die Mächtigkeit wird ungefähr 15 m betragen. Eine Analyse einer Probe von Alp Neza habe ich schon auf Seite 143 (14) angeführt.

2. Trias.

Hierzu ist vielleicht zu rechnen ein graugrüner Quarzit, der allerdings in undeutlicher Lagerung sich auf Plaun las Turs findet und nach allen Verhältnissen nicht mehr in die tiefere Zone gehören kann.

Ueber dem Rofnaporphyr finden wir meist einen weissen, kristallinischen, flaserig von grünen Glimmerhäuten durchwobenen Kalk. Im Hintergrunde von Alp Neza beträgt dessen Mächtigkeit nur wenige Meter; verfolgen wir ihn jedoch weiter nach Taspin, so

nimmt er immer mehr zu; über Gandus und Näsch sehen wir ihn schliesslich die gewaltigen Abstürze über den Gipsmassen bilden. Auf Bl. XIV der Schweizer Karte ist dieser Komplex von Taspin ab durch Heim als *Sk* ausgeschieden worden. Diese Schichten möchte ich als Trias bezeichnen, da ich auf Plaun la Botta beobachten konnte, wie ihnen einige dünne Bänder von sandigem, gelbem, brecciösem Dolomit konkordant ohne Störung eingelagert sind. Bis Tiefenkastel dehnen sich diese Schichten aus (mündliche Mitteilung von C. Schmidt).

3. Schiefer (Jura).

Die untersten Lagen der Schiefer, die den Piz Curvèr in einfacher Mächtigkeit, nicht in mehreren Falten zusammensetzen, sind meist brecciös. Nur selten werden die Komponenten, die zum grossen Teil von Triasgesteinen herstammen, erbsengross, meist sind sie feiner. Auffällig machen sich kleine Quarzkörner bemerkbar, die, wenn die kalkigen Gemengteile und Grundmassen sehr zurücktreten, fast den Eindruck von kristallinen Gesteinen hervorrufen. In einigen Dünnschliffen dieser Typen fielen kleine Körnchen eines stark pleochroitischen Minerals auf, das, nach freundlicher Mitteilung von Dr. Söllner, Staurolith ist. In diesen, als Sandstein zu bezeichnenden Gesteinen setzen die später zu besprechenden Eruptive in vielen Fällen auf. Die Mannigfaltigkeit dieser Sandsteine ist sehr gross, je nach dem Vorherrschen des einen oder andern Bindemittels und der Komponenten. Immerhin herrschen Sandsteine mit Kalkgehalt in den tiefsten Partien bedeutend vor. Nach oben treten zuerst die Quarzkomponenten und allmählich auch die kalkigen Komponenten zurück, bis ungefähr 200 m unter dem Gipfel des Piz Curvèr dunkle, schiefrige Kalke herrschen, meist zusammen mit schwarzen, nicht brausenden Schiefern. Das Vorwiegen des Quarzes als Komponente in den tieferen Lagen deutet darauf hin, dass die Schichten direkt auf kristallinen Gesteinen oder wenigstens in deren Nähe abgelagert sind.

Auf dem Gipfelmassiv des Piz Curvèr fiel mir eine Zone eines sehr schwach mit Salzsäure brausenden, dunkelblauen, rotbraun anwitternden Gesteines auf, die im Streichen ziemlich weit verfolgbar war. An andern Stellen würde man gewöhnt sein, ohne weiteres bei solchen Dolomiten von Trias zu sprechen. Zur Altersbestimmung der Schichten kann ich aber sonst nichts beibringen, da die mikroskopische Durchmusterung bisher vollkommen erfolglos verlaufen ist.

4. Die Ophiolithe.

Als charakteristische Gesteine sind die ophiolithischen Eruptiva aufzufassen, die uns meist stark geschiefert und serpentinisiert entgegentreten. Gabbro, Diabas, Variolith hat schon C. SCHMIDT (1891 S. 56) angegeben und beschrieben, so dass ich auf seine Arbeit verweisen kann. Ophicalcite und Talkschiefer treten ausserdem noch in der Nähe der Eruptiva auf. An fünf Stellen habe ich innerhalb des Gebietes meiner Spezialaufnahme die Ophiolithe auffinden können: am Culmetpass, wo das Vorkommnis sich nach Norden hinzieht, auf Plaun la Botta, Plaun Schumanet, Culm de Pignieu, Plaunatsch.

Auf Culm de Pignieu stösst an den Serpentin ein kleines Vorkommnis von einem grünen, dichten Kalk (Trias). Auf einer Kluftfläche fielen mir kleine, grüne, sehr gut spaltende Kristalle auf, die auch innerhalb des Gesteines vorhanden sind. Nach den bisherigen Resultaten einer Untersuchung von Dr. SÖLLNER handelt es sich um Albit mit zahlreichen Kalksteinschlüssen. Im Dünnschliff sind die Kristalle vollkommen idiomorph und unversehrt, während sonst aus sämtlichen Dünnschliffen meines Gebietes mir kein Mineral bekannt ist, das nicht lebhafte Drückungs- und Pressungserscheinungen zeigte.

Ebenfalls nur an beschränkter Stelle entdeckte ich am Serpentin des Culmetpasses ein kalkfreies, wohlgeschichtetes, dunkelrotes Kieselgestein, das ausserordentlich an Radiolarit erinnert, mikroskopisch aber keine Radiolarien zeigte. Stellenweise war es gespickt mit kleinen schwarzen Turmalinnädelchen (Bestimmung von Dr. SÖLLNER). Echten Radiolarit kenne ich erst vom Oberhalbstein aus der Nähe von Tinzen.

5. Zone der ostalpinen Trias.

Wie schon erwähnt, ist das Gebiet der ostalpinen Trias des Oberhalbsteins, das seinen westlichsten schwimmenden Ausläufer im Piz Toissa hat, nicht näher untersucht worden. Da diese Trias auch sonst nicht in unser Gebiet hineinkommt, ist sie in den folgenden tektonischen Betrachtungen ausgeschaltet worden. Trotzdem fällt aber der Begriff „ostalpine Trias“ für uns nicht hinweg. Wir finden nämlich im Süden am Piz Gurschus Kalke und Dolomite, deren triadisches Alter ich durch Funde von Diploporen an zwei Stellen feststellen konnte. Nach einer mündlichen Mitteilung von Prof. C. SCHMIDT setzen die Marmorbänder meiner Zone der Marmore

in den Piz Gurschus über. Einen Beweis für ein triadisches Alter der Marmorbänder vermag ich darin nicht zu sehen, zumal ich von keinem andern Punkte nördlich des Piz Gurschus eine Verbindung der Marmorbänder mit ostalpinen Gesteinen kenne. Nur im Süden im Averser Weissberg, in dem ich ebenfalls Diploporen fand, findet allerdings ein ähnliches Verhalten statt, wie am Gurschus.

Tektonischer Teil.

Ueberblick.

Für eine Besprechung der Tektonik wird es am vorteilhaftesten sein, wenn wir uns einen topographischen und allgemeinen geologischen Ueberblick zu verschaffen suchen. Die auf der linken Rheintalseite 1846 m hoch liegende Alp Promischur ist dazu gut geeignet.

Nach Süden sehen wir von diesem Standpunkt weit in das Averser Tal hinein; doch interessieren seine Berge, als deren nördlichste Piz Grisch (3048 m) und Piz Gurschus (2885 m) erscheinen, uns an dieser Stelle nicht.

Nach Norden und Nordwest schweift der Blick in die Berge der Prättigauschiefer, auf denen sich die Deckenlandschaft des Plessurgebirges aufbaut. Wir wollen jedoch unser Gesichtsfeld mit den hinter der Via Mala sich erhebenden, wiesenbedeckten Abhängen begrenzen.

In dem nun so umrissenen Gebiet, das meine Kartenaufnahme 1:25 000 in sich umfasst, tritt uns als Kulminationspunkt der schwarze Piz Curvèr (2976 m) mit seinen Schiefermassen entgegen. Drei Grate ziehen von ihm aus, von denen der südlichste sich bald noch einmal teilt, so dass dadurch drei Täler gebildet werden, die alle nach dem Rheintal zu mit steilen Abstürzen enden: das Tal der Alp Taspin, der Alp Neza und der Alp Albin. Der zunächst nordwärts, dann nordwestlich gerichtete Grat Piz Curvèr — Curvèr pintg da Taspin (2730 m) — Muttner Horn (c. 2475 m), von dem uns ein Teil verdeckt wird, und der Grat Piz Curvèr — Curvèr pintg da Neza (2729 m) — Piz Neza (2630 m) schliessen das Tal der Alp Taspin ein, dem ein Zufluss des Reischenbachs entströmt.

In das sich anschliessende Hängetal der Alp Neza können wir weit hineinschauen. Seine nordöstliche Begrenzung ist der letzterwähnte Grat; im Hintergrunde des Tales sehen wir den vom Piz Curvèr südlich gehenden Grat Culmetpass (2659 m) — P. 2640 m — P. 2830 m — Schmorrasjoch sich erstrecken, der bald hinter dem

Culmetpass einen nach dem Rheintal zu scharf abbrechenden Seitenast entsendet. Der Piz la Tschera (2631 m) ist dessen Kulminationspunkt, so dass dadurch die Täler der Alp Neza und der Alp Albin voneinander geschieden werden. Von unserem Standpunkt können wir Alp Albin nicht erblicken. Wenn wir zu diesen drei Tälern noch das von Piz Gurschus und Piz Grisch begrenzte Tal der Alp Moos hinzunehmen, so haben wir hintereinander vier Hängetäler, die alle einander parallel nach Nordwest gerichtet sind und genau senkrecht zum allgemeinen Schichtenstreichen laufen.

Sehen wir nun die Landschaft auf die bemerkenswertesten tektonischen Züge hin an, so erkennen wir zunächst, dass wir in der Hauptsache Schichten haben, die flach gegen den Berg hin einfallen. Nur am unteren Teil des Komplexes, an den steilen Hängen nach dem Rheintal zu erkennen wir in guten Aufschlüssen besonders unter dem Piz la Tschera eine ausserordentlich starke Faltung. Wir können bei einer Begehung feststellen, dass sie sich in der Zone der Marmore besonders kräftig äussert, aber sich auch in die Zone der unteren Breccie hinein erstreckt. Dann bemerken wir noch eine leichte Synklinale im Gebiete des Piz Curvèr, die, wie sich aus der Karte ergibt, auch schwach in die unteren Zonen fortsetzt; im übrigen scheint alles ruhig übereinander zu liegen. Im grossen und ganzen erweist sich diese Beobachtung bei genauen Begehungen als richtig, soweit wir eine das geologisch-topographische Bild beeinflussende Faltung ins Auge fassen; denn innerhalb des vorher umschriebenen Arbeitsgebietes ist nur noch eine Stelle hervortretenden Faltenwurfes, nämlich auf Plaun la Botta, vorhanden. Dieser äussert sich dann allerdings durch alle vier Zonen.

Wir sehen dementsprechend im grossen und ganzen die Zonen flach übereinander liegen. Fig. 1 soll uns ihr gegenseitiges Verhältnis näher erläutern. Die Figur ist derart entworfen, dass die Schichten, die wir von Promischur aus sehen, auf eine Nordwest-Südost gerichtete Ebene projiziert sind, so dass die Figur ebensowohl den Blick auf das Gebiet von der Alp Promischur aus, als auch ein Profil senkrecht zu dem allgemeinen Nordost-Streichen in idealer Weise darstellt.

Wir sehen in dem Bilde auf der Südseite das Ende des Surettamassives, das sich vom Piz la Tschera aus gleichmässig senkt und am Pignieuer-Bach nach der Tiefe fällt. Die Zone der Marmore schliesst sich in starker Faltung eng an den Rofnaporphyr an, geht aber beträchtlich weiter nach Norden, wo sie sich auf

die Via Mala-Schiefer legt, die ihrerseits nahe an den Rofnaporphyr herankommen. Ueber den Reischenbach hinaus können wir die Zone der Marmore nicht mehr verfolgen, ebensowenig wie die Falknisbreccie, die nur am Piz la Tschera von ihrer ruhigen Lage abweicht. Hingegen gehen die Zonen der oberen Breccie und der Ophiolithe noch weit über den Reischenbach.

Zwei Linien von besonderer Bedeutung treten uns dabei entgegen, die bezeichnet werden durch den Pignieuer-Bach und den Reischenbach. Am Pignieuer-Bach haben wir das steil abfallende Ende des Rofnaporphyrs, dem sich, wenn auch nur in geringem Masse, die darüber liegenden Zonen anschmiegen. Am Reischenbach finden wir die untere Breccie in stark gestörtem Verbande zum letzten Male, dafür treten in besonderer Mächtigkeit, durch Faltung bedingt, die Via Mala-

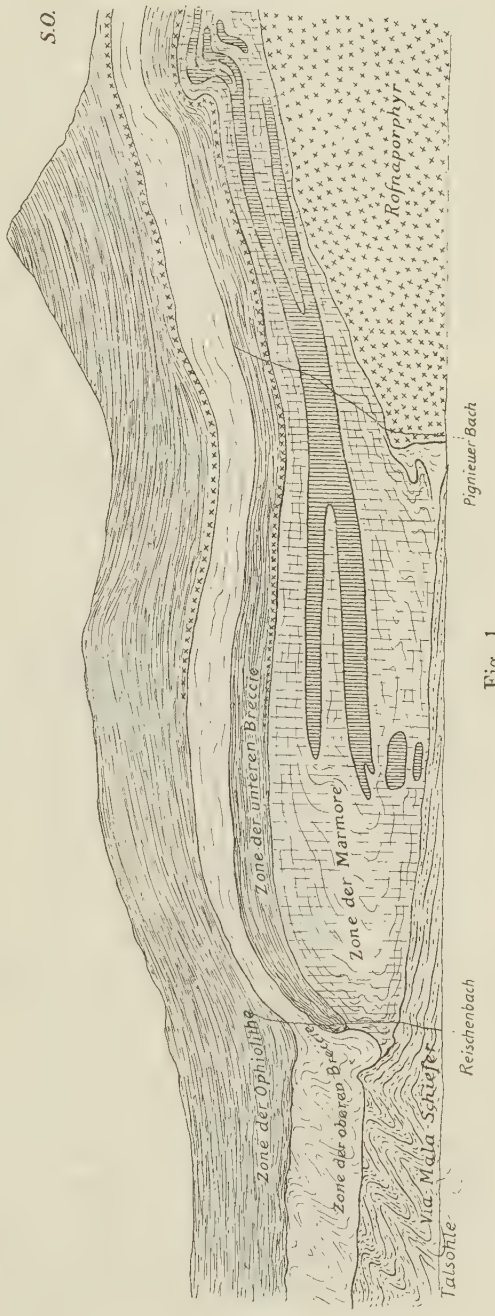


Fig. 1.

Schiefer und die Zone der oberen Breccie heraus. (Genauere Aufnahmen liegen mir für diese Stelle jedoch noch nicht vor.) Noch ein Weiteres erscheint bemerkenswert; denn wir sehen, wie in der Zone der Marmore die Marmorbänder, in der Zone der unteren Breccie und in der Ophiolithzone die basalen Rofnaporphyrbänder übereinander endigen, während die Zonen selbst ungehindert weiter streichen. Eigenartig ist ausserdem, dass, wie wir später noch sehen werden, an der gleichen Linie eine kurze, aber scharfe Aufbiegung der Zone der oberen Breccie und der Schieferzone stattfindet.

Tektonik der Zone der Marmore.

In einen gewissen Gegensatz zu den oberen Zonen stellt sich die Zone der Marmore dadurch, dass in ihnen keine einfache Folge vom ältesten zum jüngsten, sondern eine äusserst lebhafte Faltung erkennbar ist, die nur an zwei Stellen, wie schon hervorgehoben, in die oberen Zonen mit einfachen Aufwölbungen hineingreift. Es ist deshalb gerechtfertigt, dass wir die Tektonik dieser Zone für sich besprechen.

Auf der Karte und den Profilen war es nur möglich, zwei Glieder in diesem Komplex auszuscheiden: Quarzite, Kalke, Schiefer einerseits als älteres und weisser Marmor als jüngeres Glied, d. h. als Trias und Tithon. Die dem Tithon zugezählten Kalkbänder können wir in ihrem äusserst komplizierten Verlaufe gut verfolgen. Ueber Pignieu liegen vier Kalkbänder übereinander [ein kleiner Sprung verwirft sie hier um ungefähr 25 m]; leider verschwinden die beiden untersten, von denen das eine die Mächtigkeit von 90 m besitzt, nach Süden bald unter Schutt. Verfolgen wir jedoch die beiden obersten, ungefähr je 30 und 60 m mächtig, nach Süden, so können wir beobachten, wie sie unter der Maiensässe Spadurs zu einer grossen einheitlichen Marmormasse verschmelzen, aber bald unter Bavugls sich schon wieder getrennt haben müssen; denn von hier an treffen wir wieder zwei Bänder. Bis unter Tschananca am Nordgrat des Piz la Tschera setzen sich beide in verhältnismässig ruhiger Lagerung fort. Darauf verschwindet das untere Band, das zuletzt sich ohne Zwischenschaltung von Trias auf den Rofnaporphyr gelegt hatte, vollkommen und das obere wird zu äusserst komplizierten Falten unter dem Gipfel des Piz la Tschera zusammengestaucht (Fig. 2).

Schon vom Tal aus können wir sehen, wie dieses Band zu einem grossen, steil gestellten Marmorklotz anschwillt, der sich

nach der anderen Seite nicht in normaler Weise auflöst, sondern in mehr oder weniger mächtige Bänder „zerfasert“ wird. Zahllose winzige Streifen, die von der Hauptmasse ganz isoliert in den Triasgesteinen darin sitzen, können wir noch mit dem Feldstecher und bei Begehungen erkennen.

Rechts unter der Hauptmasse des Marmors findet sich ein besonders auffällig zerfaltetes, grosses isoliertes Stück, das sich, wie wir von günstig gelegenen Punkten beobachten können, den Formen des grossen Kalkklotzes anschliesst. Fassen wir nun letzteren genauer ins Auge, so erkennen wir dunkle Streifen in ihm: der Marmorklotz ist kein einheitliches Gebilde, sondern durch ein dünnes Triasband noch in zwei Teile zerlegt.

Fig. 2.

Geht man der Zone weiter am Südost-Grat des Piz la Tschera nach, so erscheint zunächst noch ein etwas mächtigeres (80 m) Marmorband, das sich nach der einen Seite mit dem grossen Kalkklotz verbindet, nach der anderen hingegen bald aufhört. Kurz darauf liegen nur zwei dünne kleine Marmorbänder übereinander. Erst bei Spunda Bella, wo eine später zu besprechende Auffaltung durch alle vier Zonen geht, tritt wieder ein mächtiges Marmorband auf, das sich bis Alp Wasserboden verfolgen lässt.

Eine Erklärung dieser gesamten Verhältnisse gibt nur die Annahme mehrerer übereinanderliegender Synklinalen, in deren Kern sich das jüngste Glied, der weisse Marmor, befindet. Die Synklinalen teilen sich mehrfach, so dass daraus die verschiedenen Marmorbänder resultieren.

Taf. V Profil VII und Taf. VI Profil XII geben uns ein schematisches Bild des Piz la Tschera, wie das obere Marmorband noch einmal durch eine dazwischentretende Triasantiklinale in zwei Bänder gespalten wird, die zusammen steil emporgefaltet und zerfaltet wurden. Von derselben Bewegung wurde das untere Marmorband erfasst und sein südlichster Teil abgefaltet, so dass es jetzt rings von Trias umgeben ist. Von dieser sich nach Nordwest neigenden Faltung wurde auch die Zone der unteren Breccie ergriffen. Profil XI auf Taf. VI zeigt uns, wie auf Tschananca gerade das liegende Rofnaporphyrband scharf mit eingefaltet ist. Nach Nordost klingt die Störung ziemlich schnell in der unteren Breccie aus.

Nach dem allgemeinen Nordwest-Streichen, das im Gebirgsbau vorherrscht, müssten die Synklinalen ebenfalls so angeordnet sein. Damit stimmt nicht ganz, dass die Marmorbänder schon eher als die begleitende Trias aufhören. Als Gewölbebiegungen müssten sie gerade am weitesten vorgehen. Vielleicht sind, da die Störungen zum Teil ganz ausserordentliche sind, die Schiefer und Kalke als leichtbeweglichere Teile über die Marmorbänder hinausgedrückt worden.

Den grössten Grad der Komplikation finden wir am Nordende des Rofnaporphyrmassives. Taf. IV stellt uns eine Ansicht, gesehen von Promischur dar und ist während der folgenden Auseinandersetzungen immer wieder zu vergleichen. In seiner ganzen Mächtigkeit setzt der Porphyr mit steiler Schieferung noch über den Bach, um dann gleich hinter Schuttmassen zu verschwinden, wobei der obere Teil sich noch etwas weiter erstreckt. Wenn wir den Weg von der Maiensässe Bavugls nach Pignieu herabkommen, so treffen

wir nach Ueberschreiten des Reischenbaches über dem Rofnaporphyr, der hier eine felsitische Randfacies hat, noch ein normales Profil: Rauchwacke (fast mehr ein kalkiger Sandstein), dann darüber schiefrige, grüne, lagenweis verrauchwackende Kalke, durch die der Weg führt, und dann weissen Marmor. Ein wenig weiter mitten auf dem Wege fällt uns ein Block eines dichten, dunklen, stark dolomitischen Kalkes vom Habitus ostalpiner Trias auf, wie er sonst nirgends aus der Marmorzone bekannt ist. Er liegt deutlich unter den schiefrigen Triaskalken; es mag nicht ausgeschlossen sein, dass er nur durch lokale Verrutschung dorthin gekommen ist.

Wenden wir uns von diesem Punkte am Gehänge abwärts, bis wir auf die eben erwähnten Rauchwacken kommen, und versuchen, die Rauchwacke nach Norden zu verfolgen, so brauchen wir nicht weit zu gehen, um bald ihr Ende zu erreichen. Dafür erscheinen im gleichen Niveau die schiefrigen Kalke, jetzt aber wesentlich tiefer, als kurz vorher oben am Wege. Leider sind gerade die Hänge nach dieser Seite ausserordentlich stark verschüttet, sodass uns erst in einem Anriss, der oben den Weg quert, ein kleiner Aufschluss gegeben wird. Fig. 3 erläutert uns das folgende Profil, das auf beiden Seiten des Anrisses verschiedene Schichten umfasst.

Hangendes: Schutt.

Rechts.		Links.	
1. Weisser Marmor	200 cm		
2. Gelber Dolomit gelber Sandstein (Rauchw.) . . .	100 cm	2. Wie rechts 2. .	150 cm
3. Dunkler Dolomit mit weiss. Adern, darüber ein Block von Rofnaporphyr	200 „	3. Schiefrige Triaskalke	150 „
4. Ton. Triasschiefer	50 „	4. Rauchwacke . .	50 „
5. Dolomit wie 3. .	50 „	5. Marmor	200 „
		6. Wie 2.	100 „
		7. Wie 3.	100 „
		8. Marmor	100 „
		9. Wie 3., darin ein Dolomitblock wie links 1.	600 „

Das Eigenartige in dieser Schichtenfolge, die auf starke Störungen hinweist, ist das Auftreten von Dolomitgesteinen, wie auch

schon oben am Wege. Im ganzen von fünf Stellen kenne ich diese Gesteine, die uns in einem Gebiete ostalpiner Trias nicht in Erstaunen setzen würden, hier aber in einem ganz andern Faciesgebiet durch ihr sporadisches Auftreten unverständlich bleiben. Für den einen oder andern Block mag eine Erklärung durch lokale Verrutschung gegeben sein, da ja in der Zone der oberen Breccie Triasgesteine von ostalpinem Habitus beteiligt sind. Alle können sie aber nicht auf diese Weise an ihre jetzigen Stellen ge-

Fig. 3.

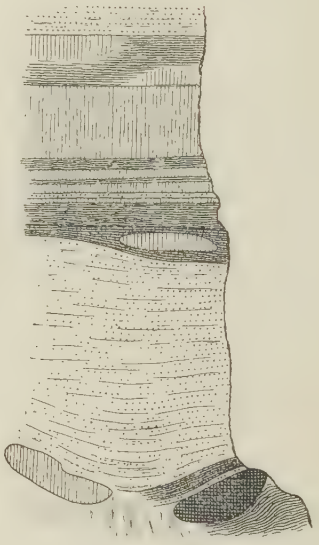


Fig. 4.

kommen sein. Liegen in ihnen vielleicht abgescherte Reste einer ursprünglichen Triasbedeckung des Rofnaporphyrs vor?

Noch eines ist in unserem Profil bemerkenswert. Ich habe angegeben, dass auf der linken Seite ein Block von Rofnaporphyr liegt. Er ist mit der felsitischen Randfacies des Rofnaporphyrs vollkommen identisch. Wir hätten also in dem Block ein durch die starke Faltung vom Massiv abgerissenes Stück vor uns, da das Fehlen eines Kontaktes eine Gangbildung ausschliesst.

Unter diesem Profil sehen wir, leider ohne verbindende Aufschlüsse, das am weitesten vorgeschobene Ende des Rofnaporphyrs, im übrigen nur Schutt.

Steigt man nun zum Weg hinan und verfolgt ihn weiter, so bleiben wir bis an die Ecke unter den Hütten Pl. Crestinas in den ganz flachwellig gelagerten schiefrigen Kalken; unter ihnen erscheinen sandige Rauchwacken und kalkige Sandsteine. Eine dort hinabführende Runse bietet uns dann Gelegenheit, wieder ein genaues Profil aufzunehmen, da wir nun Aufschlüsse bis ganz unten auf den Weg hinab auf fast 500 m haben. Das Profil, das ich dazu gebe, soll die Fig. 4 erläutern.

Hangendes: Schiefrige Triaskalke.

1.	Gelber, feiner, kalkiger Sandstein, wenig geschichtet	1500—2000 cm
2.	Tonige, grüne, graue Triasschiefer mit weissem Marmor in undeutlicher Wechsellagerung	250 „
3.	Marmor senkrecht zerklüftet, nach Süden auskeilend	300 „
4.	Brecciöse Rauchwacke und tonige Schiefer . . .	20—50 „
5.	Weisser Marmor mit gelben Flecken und Lagen . .	50 „
6.	Schiefer wie bei 2.	5 „
7.	Marmor	50 „
8.	Rauchwacke	10 „
9.	Marmor mit gelben Lagen	10 „
10.	Schiefer wie 6.	75 „
11.	Grüne Schiefer	25 „
12.	darin eine Linse von weissem Marmor	50 „
13.	Geschichtete gelbbraune Sandsteine mit grünem Glimmer auf den Schichtflächen	800 „
	darunter links	
14.	Weisser Marmor	50 „
	Schutt	
	Rechts schliesst sich an:	
15.	Grüne Triasschiefer	75 „
16.	Dunkle Rauchwacke	20 „
17.	Dolomitische Breccie, 1 Block	150 „
18.	Trias: kalkige Schiefer — schiefrige Kalke, nach unten zu quarzitisch werdend.	

Bis zu No. 17 liegen die Schichten des Profils trotz der gewaltigen Dislokationen, vielleicht aber auch gerade deswegen, mehr oder weniger ruhig übereinander bei normalem Nordost-Streichen. Bei No. 18 schon fängt aber eine leise Faltung an, die sich immer mehr steigert, so dass wir bald auf vertikale Schichten stossen. Nach

Unten und nach Norden flachen sich die Sedimente (No. 18) wieder aus, um, wie es Taf. IV zeigt, noch einmal in der Mitte der ganzen Masse steile Stellung einzunehmen.

Bewegen wir uns in dieser Mitte nach Oben und Unten, so bemerken wir in den stark gefalteten, quarzitischen Kalken grüne Lagen, die mit verdünnter Salzsäure nicht brausen. Wir sehen die grünen Lagen mächtiger werden und schliesslich sich als deutliche *kristalline Schiefer* erweisen. Mit linsenförmigen, feinkristallinen Quarzlagen, umgeben von grünem glimmerigen oder dunklen, schwarzen, schiefrigen Zwischenmittel, erinnern sie durchaus an Casannaschiefer und an einzelnen Stellen an die in Sericitgneiss umgewandelten Rofnaporphyrbänder unserer Ueberschiebungszonen. Feldspäte lassen sich meist makroskopisch nicht nachweisen; trotzdem gelang es mir, von einer Stelle gegen das untere Ende des Weges Handstücke zu bekommen, die deutlich Plagioklase zeigten und ausgesprochen an Rofnaporphyr erinnerten. Obwohl mir keine genaue mikroskopische oder chemische Untersuchung zur Verfügung steht, so glaube ich doch schon nach dem makroskopischen Befunde, diese kristallinen Schiefer als bei der Faltung abgerissene Fetzen von Rofnaporphyr ansprechen zu dürfen. Dann müsste die erwähnte Wechsellagerung von quarzitischen Kalken und grünglimmerigen Lagen als vollkommene Verknetung zweier Gesteine betrachtet werden, eine Annahme, die mir um so begründeter erscheint, seit ich bei Inner-Ferrera Verquetschungen von Rofnaporphyr und Kalk in gleicher Stärke beobachten konnte (unter Führung von Dr. W. HOTZ-Basel).

Damit sind die Komplikationen am Nordende des Rofnaporphyrs noch nicht alle besprochen. In der Runse, vgl. Fig. 4, treffen wir nach abwärts zunächst neben den steilgestellten quarzitischen Kalken gelbe Rauchwacke und unten am Ende der Schuttrinne ein vollkommenes Durcheinander von schiefrigen Triaskalken, Rauchwacke, weissem Marmor und einigen dolomitischen Blöcken von ostalpinem Habitus, ein Chaos, das auf der Karte auszudrücken unmöglich ist. Vereinzelte Marmore und Dolomite leiten uns am Gehänge weiter, bis wir am Wege wieder auf gelbe Rauchwacke in grösseren Mengen stossen, auf die sich die Masse der stellenweise stark gefalteten Triaskalke legt. Der Rauchwackestreifen steht genau im Niveau des Weges an, nach Unten setzt er sich nicht fort, sondern dort findet sich plötzlich eine ziemlich mächtige Wand von weissem Marmor, die an ihrem Südende steil abbricht. Unter

ihr Nordende ziehen sich wieder schiefrige Triaskalke hinunter, ohne mit ihr in Kontakt zu kommen (vgl. Taf. IV).

Zu erwähnen wäre noch, dass südlich von der Marmorwand Rauchwacke anzustehen scheint und an der ersten Wegbiegung unter Ars auf dem Wege ein weisser Dolomit zu finden ist, der unter den zur Verrauchwackung neigenden Triaskalken liegt.

Das einzige Regelmässige, das wir in diesem so verwickelten Bilde erkennen, ist, dass die Rauchwacke mit den Triasblöcken nur am Rande der grösseren Masse von schiefrigen Triaskalken vorkommt. Es scheint darauf hinzudeuten, dass wir hier am Nordende des Surettamassives eine liegende Falte vor uns haben, deren Kern, Rofnaporphyr, mit dem Massiv aber nicht mehr in Zusammenhang ist.

Damit wären die Hauptstörungen der Zone der Marmore erledigt. Ich habe schon hervorgehoben, dass wir im Gebiete der andern Zonen mit einer Ausnahme derartige grössere Dislokationen nicht haben.

Tektonik der oberen Zonen.

Kleine Störungen und Faltungen, welche die grossen Züge der Tektonik nicht beeinflussen, aber von ihnen resultieren, sind zahlreich vorhanden.

In der Zone der *unteren Breccie* lassen sich der schichtungslosen Struktur wegen Faltungen nicht recht nachweisen. Kurz vor der Stelle, wo die Falknisbreccie anfängt, von ihrer Höhe herabzusinken (s. Fig. 1), auf Plaunatsch und Plaun Pali, findet eine Aufstauchung statt (s. a. Prof. II, III), sodass auf dieser Strecke die Schichten steil stehen. Die Zone der unteren Breccie und die Schieferzone machen diese plötzlich eintretende Steilstellung mit, was schon auf der Karte aus dem scharfen Knick der Grenzlinie hervorgeht.

An der Kontaktstelle der beiden Breccienzonen muss die Ueberschiebung, die wohl überhaupt die steile Aufrichtung hervorrief, sehr stark gewirkt haben; denn wir sehen, dass in der Falknisbreccie sich auf Plaun Pali und Madignas nördlich der Silbergruben ganz unregelmässig verteilte Schollen und Adern von Gips befinden. Bald sind es runde Stücke, die nach den Seiten fein ausgedünnt werden, bald gangartig aussehende Bänder. Auf Madignas sind es über meterdicke Lagen, die sich durch die Breccie hindurchgezogen haben müssen, jetzt aber meist ausgewittert sind. Tiefe, eigenartige Schluchten sind dadurch entstanden, auf deren Grunde Reste von Gips erhalten sind. Da diese Erscheinung nur dicht an der Grenze der Zone der unteren Breccie stattfindet und von keiner Stelle

innerhalb der Falknisbreccie mir bekannt ist und ausserdem Gips als normales Sedimentationsprodukt nicht in der Breccie auftreten kann, muss es sich um eine Verknetung handeln. Ich neige um so mehr zu dieser Annahme, als auch in der Zone der oberen Breccie ähnliche Erscheinungen in Menge vorhanden sind.

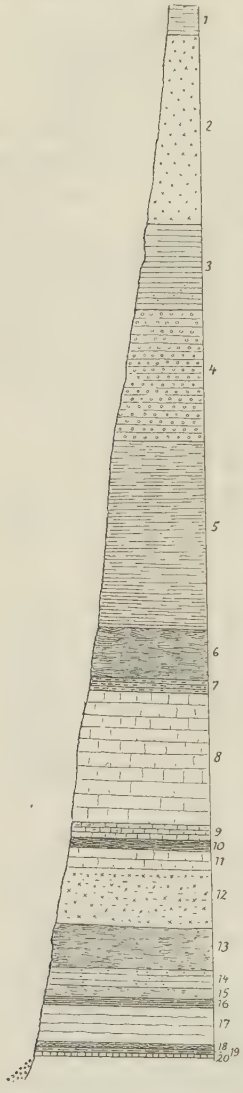


Fig. 5.

In der Zone der *oberen Breccie* ist die im stratigraphischen Teil beschriebene Schichtenfolge vom Aeltesten zum Jüngsten fast überall gewahrt, gelegentlich mit Ausfall einiger Glieder; im einzelnen sind eine grosse Reihe Fältelungen vorhanden. Tektonische Störungen sind die Ursache, dass die mannigfaltigen Triasglieder nicht in einem Profil übereinander, sondern nebeneinander an verschiedenen Stellen vorkommen. Auf der Strecke Plaun la Botta-Surcrunas herrschen Triasgesteine, wie sie aus dem Profil von Plaun la Botta beschrieben sind; nach Norden treten sie ganz zurück, und die andern Glieder mit mehr ostalpinem Habitus gewinnen die Oberhand. In den meisten Fällen sind nun die Gesteine derart miteinander gefaltet und durcheinander gestossen, dass es nicht möglich ist, sie auf der Karte zu trennen und in den Profilen anders als schematisch darzustellen. Aehnlich steht es mit den an die Trias sich anschliessenden Schichten; nördlich Plaun la Botta gelang es mir bisher nicht, ein vollkommen normales Profil anzutreffen. Die ganze Zone der oberen Breccie ist treffend zu vergleichen mit einem „Kartenspiel“ (HOEK), in dem die einzelnen Blätter wohl gemischt sind, im grossen und ganzen aber das Oben und Unten noch erhalten geblieben ist.

Interessant ist das Verhalten der Grenze zwischen der Zone der oberen Breccie und der Zone der Ophiolithe. An vielen Stellen finden wir die normale Aufeinanderfolge von der Breccie,

bzw. weissem Marmor und dem Rofnaporphyr, fast öfter ist sie nicht mehr erhalten, sondern eine intensive Verfaltung beider Zonen hat stattgegriffen. Einige Profile sollen uns dies näher erläutern.

Zunächst will ich noch eine Schichtenfolge anführen, in der sicher wiederholte Faltung stattgefunden hat, ohne dass es der Gleichförmigkeit der Schichten wegen möglich ist, sie nachzuweisen, da der hangende Rofnaporphyr nicht mit einbezogen wurde. Das Profil befindet sich in dem grossen Wasserriss im Nezatale auf der rechten Talseite gegenüber der Alp Mutta (siehe Fig. 5).

Hangendes: Schieferzone.

1.	Kalkige Sandsteine der Schieferzone.	
2.	Sericitgneiss = Rofnaporphyr	1000—1500 cm
3.	Dunkle, kalkige, fein brecciöse Schiefer	200 „
4.	Obere Breccie	700 „
5.	Schwarze kalkfreie Schiefer	1000 „
6.	Helle, graue, grünglimmerige, schiefrige Kalke . . .	350 „
7.	Wie 5.	50 „
8.	Dunkle, bankige Kalke	700 „
9.	Wie 5.	75 „
10.	Wie 6.	50 „
11.	Dunkle Kalke	100 „
12.	Grüne Schiefer.	300 „
13.	Wie 6.	50 „
14.	Schwarze, kalkige Schiefer, stellenweis brecciös . . .	100 „
15.	Wie 6.	50 „
16.	Schwarze, rostig anwitternde Schiefer	50 „
17.	Dichter, bankiger, dunkler quarzitischer Kalk . . .	200 „
18.	Wie 6.	5 „
19.	Schwarze Schiefer.	5 „
20.	Dunkle, dichte, rostig anwitternde, plattige Kalke, Schutt	5 „

Besonders deutet der helle Kalk, No. 6, durch seine Wiederholung auf Störungen. Ich möchte ihn mit dem Kalk identifizieren, den ich als Trias der Schieferzone bezeichnete. Von den übrigen Schichten des Profiles lässt es sich nur schwer sagen, welcher Zone sie angehören.

In den unteren Enden der fünf grossen Wasserrisse, die sich am Westfusse des Piz Curvèr befinden, treffen wir eine wiederholte Wechsellagerung von Grünschiefern mit der oberen Breccie. An

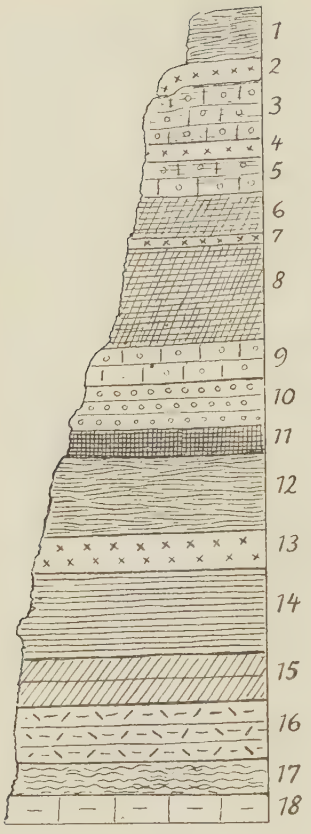


Fig. 6.

einer Stelle befindet sich der Rofnaporphyr sogar an der Basis, über der die eben erwähnten Gesteine abwechseln.

An der Bank der oberen Breccie, die sich von diesen Aufschlüssen nach Plaun la Botta zieht, lässt sich sehr schön beobachten, wie der Rofnaporphyr stark gepresst anfangs darüber liegt und allmählich fast „fluidal" hinabgreift, bis er schliesslich unter die Breccie zu liegen kommt.

Am grössten erscheinen die gegenseitigen Verquetschungen auf Alp Taspin an der Stelle, wo der Bach bei la Botta eine Schlucht sich eingerissen hat. Unter 40° Fallen finden wir eine bunte Schichtenserie aufgeschlossen. Besonders im oberen Teile des folgenden Profils, wo Aufschlüsse auch ausserhalb des Baches vorhanden sind, lässt sich leicht feststellen, dass die angegebene Schichtenfolge schon nach wenigen Metern sich wieder verändert und regelloses Durcheinander herrscht.

Bei dem Profil gebe ich durch ein beigesetztes B oder S an, ob die Schichten der Zone der oberen Breccie oder der Schieferzone angehören (Fig. 6).

Hangendes: Schieferzone.

1. Helle, rauhe, grünglimmerige schiefrige Kalke (Trias) . . S
2. Sericitgneiss = Rofnaporphyr . . . . . S
3. Heller Marmor mit dolomitischen Komponenten, Tithon? B
4. Wie 2. . . . . S
5. Wie 3. . . . . B
6. Rauhe Kalkschiefer, Lias . . . . . B
7. Wie 2. . . . . S
8. Wie 6. Lias . . . . . B
9. Wie 3. . . . . B

10.	Obere Breccie, dunkel mit Belemniten und Crinoiden. Kreide	B
11.	Fein brecciöse Schiefer	B
12.	Wie 1. mit grünen Schiefern	S
13.	Wie 2.	S
14.	Wie 12.	S
15.	Rauhe, feinbrecciöse plattige Schiefer	S
16.	Dichte dunkle, geschichtete Kalkbänke	?
17.	Schwarze, kalkfreie Schiefer	?
18.	Dunkle Crinoidenbreccie, Lias	B

Schiefer der Zone der oberen Breccie.

In diesem Profil sind die Glieder 1—3 normal gelagert; alles andere ist in anormalen Kontakten aufgeschlossen; auffällig ist besonders das viermalige Auftreten von Sericitgneiss.

In der *Zone der Schiefer* finden sich lokal dieselben kleinen tektonischen Unregelmässigkeiten. „Es dürfte schwierig sein, ein Handstück zu finden, das nicht Fältelungen oder scharfe Linearstreckungen zeigt“ (Heim 1891 S. 390). Zahlreiche Quarzadern weisen ebenfalls auf intensive Faltung hin.

Besprechung der Profile.

Nachdem wir nun so die kleinen tektonischen Züge an uns haben vorübergehen lassen, kann ich mit einer Reihe von Profilen den Bau des Gebirges erläutern. Neun Profile, mehr oder weniger parallel von Westen nach Osten gelegt, geben den besten Ueberblick.

Ueber die Richtung dieser Profile sind einige Worte nötig. Da das allgemeine Streichen trotz lokaler Unregelmässigkeiten Nordost ist, müssten die Profile eigentlich senkrecht dazu gelegt sein. Wie sich aber aus der Karte ergibt, ist der Ausstrich der Zonen nicht dem Streichen entsprechend und ausserdem ist, wie hervorgehoben, in der Topographie die Richtung Nordwest—Südost bevorzugt, so dass Profile in letzterer Richtung ganz eigenartige Bilder geliefert hätten, da sie zum Teil in den Isohypsen hätten laufen müssen.

Die zahlreichen kleinen Fältelungen darzustellen, war auf den Profilen nicht möglich, Schematisierung musste eintreten, wie überhaupt schon die geradlinige Begrenzung der Schichten nicht der Wirklichkeit entspricht. In einigen Fällen sind bei der Eintragung von Schichtengruppen einige Schematisierungen vorgenommen. Da die Profile die Ergebnisse einer Kartierung, nicht nur einer Profilaufnahme darstellen sollen, wurde nach Möglichkeit nur Beob-

achtetes dargestellt. In einigen Fällen, wo in der nächsten Nähe der Schnittlinie bessere oder ergänzende Aufschlüsse waren, wurden diese hineinkombiniert. Diese Stellen sind folgende:

Auf Profil VI wurde zur Einzeichnung der Zone der unteren Breccie der 125 m südlich liegende, auf Seite 37 beschriebene Aufschluss benutzt. Die beobachtete Fältelung wurde nicht gezeichnet.

Profil VII.

Unter den isolierten Rofnaporphyrfetzen der Schieferzone kommt nach der Karte die obere Breccie erst 75 m südlich hervor.

Profil XI.

Die auf Seite 38 erwähnte Fältelung am Fusse der Ophiolithzone wurde schematisiert.

Profil XII.

In der steilen Falte rechts wurde auf der Südseite das Rofnaporphyrband ungefähr 75 m östlich beobachtet.

Auf den Profilen ist in der Zone der Marmore durch Luftlinien angedeutet worden, wie die Faltungen zu denken sind. Es ist dabei zu berücksichtigen, dass in Wirklichkeit die Mulden- und Gewölbebiegungen sich nicht so schnell zusammenfügen. Die Verbindungskurven wurden infolgedessen unterbrochen gezeichnet.

Da drei Profile ausserdem quer zu den übrigen laufen, sind durch die betreffenden Nummern die Stellen der Kreuzungen angegeben worden.

Der einfachen Schichtenlage wegen ist zur Erläuterung der einzelnen Profile nicht mehr viel hinzuzufügen.

Profil I ist nicht nach genauen Aufnahmen entworfen, sondern soll nur zeigen, wie über der Via Mala deren Schiefer hoch hinaufgehen und dann nur durch die Zone der oberen Breccie und die Schieferzone bedeckt werden; alles ist in starker Faltung.

Profil II zeigt schon die Zone der unteren Breccie, aber noch ohne die Unterlage des Rofnaporphyrbandes. Die Via Mala-Schiefer sind tiefer hinabgesunken, auf ihnen liegt die in der Profillinie wenig aufgeschlossene Zone der Marmore. Merkwürdig ist die Aufstauchung der unteren Breccie, die auch auf Profil III erkennbar ist und sich in der Verquetschung am Rand der Zone und in der plötzlich steilen Schichtaufrichtung äussert. Wie auch auf Profil III, das überhaupt ähnliche Verhältnisse wie II zeigt, habe ich im Osten den nicht näher untersuchten Piz Toissa (ost-

alpine Trias) noch ausgezeichnet. Schon länger ist er als schwimmend erkannt, so dass wir auf diesen Schnitten nicht weniger als fünf verschiedene Ueberschiebungslinien anzunehmen gezwungen sind.

Auf Profil IV werden zum letzten Male die Via Mala-Schiefer geschnitten, die schon auf der andern Talseite liegen. Bei der Marmorzone befinden wir uns an der geschilderten Stelle am Nordende des Surettamassives mit verwickelten Lagerungsverhältnissen. Auf den folgenden Profilen ist der zu immer grösserer Höhe emporsteigende Rofnaporphyr sichtbar.

Profil III zeigt uns in der Zone der Marmore vier Marmorbänder, von denen sich auf Profil IV die beiden obersten zusammengeschlossen haben, um auf den folgenden Schnitten sich wieder zu trennen.

Profil VI enthält die leichte Synklinale in der Masse des Piz Curvèr, von der vorher nur der Nordschenkel angeschnitten war.

Der Schnitt No. VII geht durch den Nordgrat des Piz la Tschera, wo sich der grosse steile Kalkklotz noch ein Stück nach Nordosten über den Abhang zieht. Die Zerteilung des Marmorbandes ist nach dem Talabfall des Piz la Tschera dargestellt. Würde das Profil ungefähr 200 m nördlich laufen, wäre die Faltung auch in der unteren Breccie erkennbar.

In grosser oberflächlicher Ausdehnung erscheint auf diesem Profil die Falknisbreccie. Nach Osten senkt sie sich langsam, und eine schwache Synklinale und steile Antiklinale schliessen sich daran an. Nach Süden wird (Profil VIII und IX) besonders letztere sehr steil. Leider sind gerade in diesen Teilen des Tales viele Stellen durch Moränen und Gehängeschutt bedeckt. Die Faltung erklärt das isolierte Auftreten von Rofnaporphyr der Ophiolithzone auf der oberen Breccie.

Profil IX gibt die nur wenig hohe, aber steile Antiklinale unter Ausfall des zur unteren Breccie gehörenden Rofnaporphyrs auf beiden und der Trias der Marmorzone auf der einen Seite.

Drei Schnitte No. X bis XII, Tafel VI, sind quer zu den vorigen gelegt.

No. X soll insbesondere die unregelmässige Auflagerung des Piz Curvèr auf den tieferen Zonen zeigen. An seiner Südseite erscheint die Zone der oberen Breccie zu mächtig wegen einer nicht weiter verfolgbaren Faltung, vielleicht unter Einfluss der auf den Profilen VII bis IX dargestellten Störungen. Die zu grosse Mächtigkeit liegt auch daran, dass die Zone im Streichen bei

starkem Fallen geschnitten wird. Auf No. XI sind die Störungen wiederholt. Hier ist in der steilen Falte der Rofnaporphyr noch auf der Südseite erhalten geblieben. Auf der Nordwestseite des Schnittes ist die Falte des Piz la Tschera angeschnitten und der Rofnaporphyr unter der Falknisbreccie von der Faltung gerade noch mit ergriffen worden.

Profil XI und XII sollen schliesslich die Lagebeziehungen eines abgetrennten schwimmenden Teiles der Ophiolithzone auf Plaun la Botta zeigen. Auf der oberen Breccie entwickelt sich eine Schichtenfolge von Rofnaporphyr, grünen Triaskalken mit zwei Dolomitbändern und Ophiolithen. Auf der Spitze des Hügels liegen schliesslich in ganz unregelmässiger Auflagerung ein dunkler, staubiger, weissgeaderter Dolomit von ostalpinem Habitus, wie er in den unteren Zonen nicht vorkommt. Es ist nicht ausgeschlossen, dass es sich um einen Rest der ostalpinen Zone handelt.

Allgemeine Betrachtungen.

Unsere Profile haben uns also im einzelnen gezeigt, was schon aus dem Ueberblick über das Gebiet hervorging: die Ueberschiebungszonen liegen flach übereinander und senken sich gegen Osten.

Der Beweis für wiederholte Ueberschiebungen liegt darin, dass wir wiederholt Gebiete verschiedener facieller Ausbildung durch sicher ältere Schichten getrennt sehen. Unter der Zone der Falknisbreccie und unter der Ophiolithzone liegt Rofnaporphyr; wir schliessen daraus, dass beide Zonen ursprünglich mit dem Massiv in Zusammenhang gewesen sein müssen und auf ihm sich abgelagert haben. Für das dazwischen befindliche Faciesgebiet der Zone der oberen Breccie müssen wir dann dasselbe annehmen, ebenso wie auch für die Zone der Marmore. Die Marmorzone liegt jetzt nur mit ihrem mittleren Teile auf Rofnaporphyr; im Norden bildet Kreide die Unterlage, im Süden jurassische Schiefer. Daraus glaube ich schliessen zu können, dass die jetzige Lagerung der Marmorzone nicht mehr autochthon zum Rofnaporphyr ist, wenn dies auch in der Zeit vor der Faltung der Fall gewesen ist. Dass die Marmorzone mit dem Rofnaporphyr tektonisch zusammengehört, zeigen die eigenartigen Verhältnisse am Nordrande des Massives an. Die hier herrschenden ausserordentlichen Verquetschungen kann ich mir nur erklären, wenn Rofnaporphyr und Marmorzone damals als ein Ganzes bewegt worden sind. Durch eine lebhafte Hineinstauchung der Marmor-

zone oder des Rofnaporphyrs allein könnte das Bild wohl kaum so kompliziert worden sein.

Zu einem näheren Verständnis dieser Stelle können wir freilich erst kommen, wenn wir den Rand des Rofnaporphyrs nach Süden verfolgen. Auf der linken Talseite des Hinterrheines ist der Nordrand schlecht aufgeschlossen; er fällt mässig geneigt nach Norden. Aber schon unter dem Piz Vizan fängt die Grenze an, sich steil zu stellen; letzteres nimmt immer mehr zu, bis nördlich Sufers die Schiefer unter das kristalline Gestein bei Nordost-Streichen einfallen. Bei gleichem Streichen setzt sich dieses Verhalten bis Splügen und südlich fort, auch bei den Glimmerschiefern, die den Rofnaporphyr unterlagern.

Wir haben also auf, vor und unter dem Rofnaporphyr Sedimente: Der Rofnaporphyr kann selbst nicht mehr normal liegen; er bildet eine grosse liegende Falte. Lugeon (1901 S. 809) hat dies schon angedeutet und Heim (1906 S. 400) hat es durch schematische Profile klargelegt. In derselben Weise wie das Surettamassiv heben sich auf einer Uebersichtskarte am Nordrand der Tessiner Gneise noch drei Massive heraus, das der Adula, des Tambo, des Molare, die alle vier sich im Süden vereinigen. „Diese Massivlappen sind weit ausholende, gegen Norden vorgestossene liegende Faltendecken, die im Streichen gegen Osten immer tiefer sinken.“ Das Surettamassiv stellt unter ihnen das geologisch höchste dar.

Auf Profil V habe ich diese Faltung des Rofnaporphyrs gezeichnet. Dadurch erklären sich auch die nördlich vorliegenden Störungen (Profil IV). Wir haben hier den abgequetschten Stirnrand der Faltendecke vor uns.

Bei der Faltung nach Norden muss aber innerhalb des Massives eine starke Stauung und Zusammenpressung stattgefunden haben, so dass die darauf lagernden Sedimente in enge Mulden zusammengelegt wurden und eine Rückfaltung nach Süden eintrat. In meinem Profile XIII, Tafel VI, das zum Teil noch auf die tektonische Uebersichtskarte übergreift, habe ich diese Verhältnisse dargestellt. Wir befinden uns hier in Sedimenten, die autochthon zum Rofnaporphyr sind, Kalke und Dolomite (Trias) überlagert von Schiefern (Jura). Das Profil führt uns zuerst durch zwei steile Einfaltungen des Kalkes, „Kalkkeile“. Der erste, bisher noch ganz unbekannt, ist an der rechten Talseite des Ferreratales bei La Hütta nur in einem winzigen Reste erhalten, während er auf der andern Seite

bei Gruaba, wo er vererzt ist, eine bedeutende Mächtigkeit hat. Der zweite Kalkkeil ist durch die Poststrasse gut aufgeschlossen und weist eine lebhafte Faltung auf. Unter dem Piz Grisch ist ein förmliches Faltenbündel durch das Tal angeschnitten. Sehr schön ist die Rückbiegung des Porphyrs auf dem Gipfel zu erkennen. Auch noch weiter nach Süden sind derartige Rückfaltungen zu beobachten. Die Zonen werden davon aber im allgemeinen nicht betroffen, gleichmässig streichen sie über den Rofnaporphyr mit den ihm autochthonen Sedimenten nach Süden fort. Und doch ist ihre Tektonik nur in engem Zusammenhang mit der des Rofnaporphyres zu verstehen, wie sich aus dem wiederholten Auftreten des Porphyres und den Verhältnissen am Nordrande des Massives ergibt.

Noch komplizierter wird das Bild dadurch, dass nicht nur allein die lokale Tektonik in Betracht kommt, sondern dass auch noch Fragen regionaler Tektonik zu berücksichtigen sind. Der folgende Absatz soll sich damit beschäftigen.

Beziehungen der Ueberschiebungszonen zum Deckenschema Steinmanns.

Schon im stratigraphischen Teil habe ich mich gelegentlich auf die Graubündner Deckengebiete bezogen, deren Natur STEINMANN zuerst erkannt hat. Auch in meinem Arbeitsgebiete hatte schon STEINMANN aus den Beobachtungen HEIMS die hauptsächlichsten tektonischen Züge erschlossen und vor allem die Fortsetzung der Ueberschiebungsdecken hier gesucht.

Nach seinen Angaben finden sich in Graubünden vier Decken, die von unten nach oben aufeinanderfolgen:

1. *Klippendecke.*
a) Nördliche Zone mit Falknisbreccie.
b) Südliche Zone mit Sulzfluhkalk.
2. *Brecciendecke.*
3. *Rhätische Decke.*
4. *Ostalpine Decke.*

In jeder Decke finden sich charakteristische Gesteine:

1. a) Grüner Granit, Falknisbreccie.
   b) Sulzfluhkalk (Tithon).
2. Eine silikatfreie (Chablais-)Breccie.

3. Ophiolithische Eruptiva, Radiolarit.
4. Trias in ostalpiner Facies.

Vergleichen wir nun damit unsere Ueberschiebungszonen, so ergibt sich ohne weiteres vollkommene Uebereinstimmung mit diesem Schema, da die typischen Gesteine in den eben angegebenen Ueberlagerungen vorhanden sind.

Ich identifiziere demnach:

1 a) **Klippendecke, nördliche Zone = Zone der unteren Breccie.**
b) **Klippendecke, südliche Zone = Zone der Marmore.**
2. **Brecciendecke = Zone der oberen Breccie.**
3. **Rhätische Decke = Zone der Ophiolithe.**
4. **Ostalpine Decke = Zone der ostalpinen Trias.**

Die beiden Zonen der *Klippendecke* liegen nicht so, wie Steinmann es angegeben hat. In meinem Gebiete liegen die Marmore unter der Falknisbreccie, während im Rhätikon das Umgekehrte stattfindet. Immerhin muss aber Steinmann schon an diese Möglichkeit gedacht haben, wenn er schreibt (1905 S. 19): „Es wäre weiterhin darauf zu achten und festzustellen, ob wirklich, wie ich nach eigenen Beobachtungen und nach den Angaben von Lorenz und Hoek glaube annehmen zu dürfen, überall, wo die beiden Zonen der Klippendecke zusammen vorkommen, die nördliche (äussere) unter der südlichen (inneren) liegt."

Die enge Verknüpfung beider Zonen zeigt sich in der grossen Aehnlichkeit der beiden Breccien; nur in den Komponenten herrscht ein Unterschied, da ich in der tieferen Breccie mit Ausnahme von Quarziten keine Silikatgesteine beobachtet habe. Von einer gewissen Bedeutung für das Verhältnis beider Zonen ist wohl auch, dass ungefähr westlich der Stelle, wo die Falknisbreccie im Süden im Val Nandro zum letztenmal erscheint, in der Marmorzone die Breccienbildung sehr stark einsetzt: die charakteristischen Gesteine beider Zonen sind in einer vorhanden.

Im stratigraphischen Teil hatte ich schon erwähnt, dass der grüne Granit, der aus dem Rhätikon und von Arosa als charakteristische Komponente der Falknisbreccie beschrieben worden ist, mit dem „Taspinit" Heims ident ist. Es ist sehr wohl möglich, dass dieser Granit in Zusammenhang mit dem Rofnaporphyr steht. Ueber der Falknisbreccie kommt im Rhätikon Tristelbreccie, untere Kreide, vor. Auch in meinem Gebiet kommen über der Falknis-

breccie Schichten vor, die petrographisch der Tristelbreccie ausserordentlich ähneln. Der mikroskopische Befund (vgl. S. 146 [17]) scheint ebenfalls auf *untere Kreide* hinzudeuten.

Bei der *Brecciendecke* ist hervorzuheben, dass sie in Trias und Lias sich der Klippenfacies der Nordschweiz nähert. Herr Prof. SCHMIDT machte mich zuerst darauf aufmerksam. Profile, die z. B. TOBLER und BUXTORF vom Stanser- und Buochserhorn (Eclog. geol. Helv. IX, Tl. 2) geben, zeigen dies auch in der Tat. Da aber facielle Uebergänge zwischen den einzelnen Decken vorhanden sein müssen, halte ich diese Uebereinstimmung nicht für einen Beweis gegen die Identifizierung der Zone mit der Brecciendecke. Ich glaube allein schon die charakteristische obere Breccie in Verbindung mit den Lagerungsverhältnissen zur Gleichstellung benutzen zu dürfen.

Allerdings ist das Alter der Breccie hier ein viel jüngeres als in andern Gebieten. Die Breccien des Chablais und der Hornfluh sind sicher jurassisch; im Rhätikon und im Plessurgebirge ist das Alter durch Fossilien noch nicht belegt. Bei dem Vergleich müssen wir aber beachten, dass die Schamsbreccie in der Decke anders zu stellen ist, sie bildet den obersten Horizont; feine Breccien liegen darunter. Im Chablais und Rhätikon hingegen liegt die grobe Breccie zu unterst und darüber, durch Dachschiefer getrennt, die oberen feinen Breccien. Nach v. SEIDLITZ (1906 S. 24) sind letztere der unteren Kreide zuzurechnen, während die Schamsbreccie noch einem höheren Horizonte, mindestens der oberen Kreide angehört. Mit den erwähnten Breccien können wir also die Schamsbreccie nicht in Beziehung bringen. Nun kennen wir aber aus dem Antirhätikon vom Piz Minschun eine Breccie, für die PAULCKE (1904 S. 18) ebenfalls mindestens oberkretazisches Alter festsetzen konnte.

Da PAULCKE diese Breccie jetzt in die Brecciendecke stellt, möchte ich mit ihr die Schamsbreccie identifizieren. Ich habe um so mehr Veranlassung zu dieser Gleichstellung, als auch der Lias der Brecciendecke des Antirhätikon eine überraschende Aehnlichkeit zu dem meines Gebietes hat. PAULCKE erwähnt auch schon, dass der Lias den crinoidenreichen Liasgesteinen der Nordschweizer Klippen nahesteht. (Herr Prof. PAULCKE-Karlsruhe hatte die grosse Liebenswürdigkeit, mir seine Handstücke und Schliffe aus dem Antirhätikon persönlich zu zeigen und dabei über seine geänderte tektonische Auffassung einige Mitteilungen zu machen.)

Als charakteristisch für die Zone der Brecciendecke habe ich den gelbanwitternden, hellblaugrauen Dolomit hervorgehoben. Im Rhätikon tritt er nach v. Seidlitz ebenfalls in dieser Decke auf.

Von der *rhätischen Decke* erwähnt Steinmann (1905 S. 25), dass sie durch kleine Schollen der altkristallinen Unterlage ausgezeichnet ist. Durch das basale Rofnaporphyrband wird dies auch in meinem Gebiet bestätigt.

Bei den Ophiolithen fiel mir auf, dass sie meist in der Nähe gelbgrüner Sandsteine, wie sie in den andern Decken nie vorkommen, aufsetzen. Für das Simmental und Chablais ist gleiches (Steinmann 1905 S. 47) schon hervorgehoben worden.

Mit dem zunächst gelegenen Deckengebiet von Arosa können wir unsere Zonen direkt verbinden.

Die ostalpine Trias des Oberhalbsteins setzt sich ohne Unterbrechung in das Gebiet normalen Faltenbaues des Plessurgebirges fort. Bis Lenz, wo sie etwas aussetzt, können wir auch die Rhätische Decke nachweisen; bei Arosa ist sie dann stark entwickelt.

Von meiner Zone der oberen Breccie, also der Brecciendecke, habe ich schon angegeben, dass sie sich in Fetzen bis Tiefenkasten verfolgen lässt, immer unter den Gesteinen der Rhätischen Decke. Bemerkenswert ist, dass wir den Lias von Tiefenkasten sich noch ganz in das südliche Gebiet einordnen sehen, wie sich aus der charakteristischen Nordost—Südwestlinie ergibt, die das Vorkommnis mit der tiefliegenden Klippe des Piz Toissa und mit der eigenartigen Mulde auf Plaun la Botta verknüpft.

Nicht direkt mit dem Plessurgebirge zu verbinden ist die Zone der unteren Breccie und die Zone der Marmore, die Klippendecke. Am Reischenbach habe ich sie bisher zum letzten Male gesehen.

Die gemeinsame gleichmässige Unterlage des Plessurgebirges und unseres Gebietes wird von den Prättigau-Via Mala-Schiefern gebildet.

Auch nach Süden lassen sich die Ueberschiebungen noch um 12 km verfolgen. Sie liegen hier auf den jurassischen Schiefern, die durch Trias von dem Rofnaporphyr getrennt sind (vgl. Profil XIII). Am Stallerbergpass bei Juf finden wir die Klippen- und Brecciendecke zum letzten Male; dann vereinigen sich die unterlagernden Schiefer, in denen vereinzelt Grünschiefer auftreten, mit den rhätischen Schiefern, die hier durch die mächtige Entwicklung der Eruptiva ausgezeichnet sind.

In dem Winkel zwischen Suretta-Stellamassiv und dem kristallinen Kern der ostalpinen Decke finden also die lepontinischen Decken ihr Ende.

Benutzte Arbeiten.

1888. Diener, Geologische Studien im südwestlichen Graubünden. Sitz.-Ber. Kaiserl. Ak. d. Wiss. Wien, Bd XXCVII, Abt. 1.

1839. Escher und Studer, Geologie von Mittelbünden. Denkschriften d. Naturf. Ges. d. Schweiz.

1891. Heim, Alb., Beiträge zur geolog. Karte d. Schweiz, Bd. XXV, Bl. XIV.

1906. Heim, Alb., Ueber die nordöstlichen Lappen des Tessinermassives. Vierteljahrschrift Naturf. Ges. Zürich, Geolog. Nachlese No. 17.

1903. Hoek, Geolog Untersuchungen im Plessurgebirge um Arosa. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. B., Bd. XIII.

1906. Hoek, Das zentrale Plessurgebirge. Ebenda Bd. XVI.

1900. Hovelacque et Kilian, Album de Microphotographies.

1901. Lorenz, Geolog. Studien im Grenzgebiete zwischen helvetischer und ostalpiner Fazies. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. B., Bd. XII.

1901. Lugeon, Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse. Bull. Soc. géol. France 4e ser. Bd. 1.

1895. Rothpletz, Ueber das Alter der Bündnerschiefer. Z. d. D. G. G. Bd. 47.

1900. Rothpletz, Geolog. Alpenforschungen I.

1902. Rothpletz, Das Gebiet der zwei grossen rätischen Ueberschiebungen zwischen Bodensee und dem Engadin. Sammlung geolog. Führer, X. Berlin.

1906. Rothpletz, Geolog. Alpenforschungen II.

1903. Rütschi, Zur Kenntnis des Rofnagesteins. Eclog. geol. Helv. T. VII.

1907. Schardt, Die modernen Anschauungen über den Bau und die Entstehung des Alpengebirges. Verhandl. Schweiz. Naturf. Ges. St. Gallen.

1891. Schmidt C., Beiträge zur Kenntnis der im Gebiete von Bl. XIV der geolog. Karte der Schweiz in 1 : 100 000 auftretenden Gesteine. Anhang zu Beitr. geolog. K. d. Schw., Bd. XXV.

1907. Schmidt C., Ueber die Geologie des Simplongebietes und die Tektonik der Schweizer Alpen. Ecl. geol. Helv. T. IX.

1907. Schmidt C., Montanindustrie der Schweiz, in „Handwörterbuch der Schweizer. Volkswirtschaft, Sozialpolitik und Verwaltung". Bern.

1906. von Seidlitz, Geolog. Untersuchungen im östlichen Rhätikon. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. B., Bd. XVI.

1895. 1898. Steinmann, Geolog. Beobachtungen in den Alpen I. Ebenda Bd. IX, X.

1905. Steinmann, Geolog. Beobachtungen in den Alpen II. Ebenda Bd. XIII.

1864. Theobald, Geolog. Beschreibung Graubündens. Beitr. zur geolog. K. d. Schw., 1 : 100 000, Bd. 2.

Berichtigungen

zu H. Meyer, Surettamassiv.

Durch neuere Aufnahmen in der Umgebung des Surettamassivs sind folgende Aenderungen in der Bezeichnung nötig geworden:

S. 5, Zeichenerklärung rechts unten: „Südliche Trias, zum Teil normales Hangendes des Rofnaporphyrs“ statt „Zone des autochthonen Trias (ostalpiner Habitus).

S. 31, Zeile 7 v. o.: „inneralpin“ statt „ostalpin“.

S. 32, Zeile 2 u. 7 v. o.: „inneralpin“ statt „ostalpin“.

S. 32, Zeichenerklärung zu Fig. 3 u. 4: „inneralpin“ statt „ostalpin“.

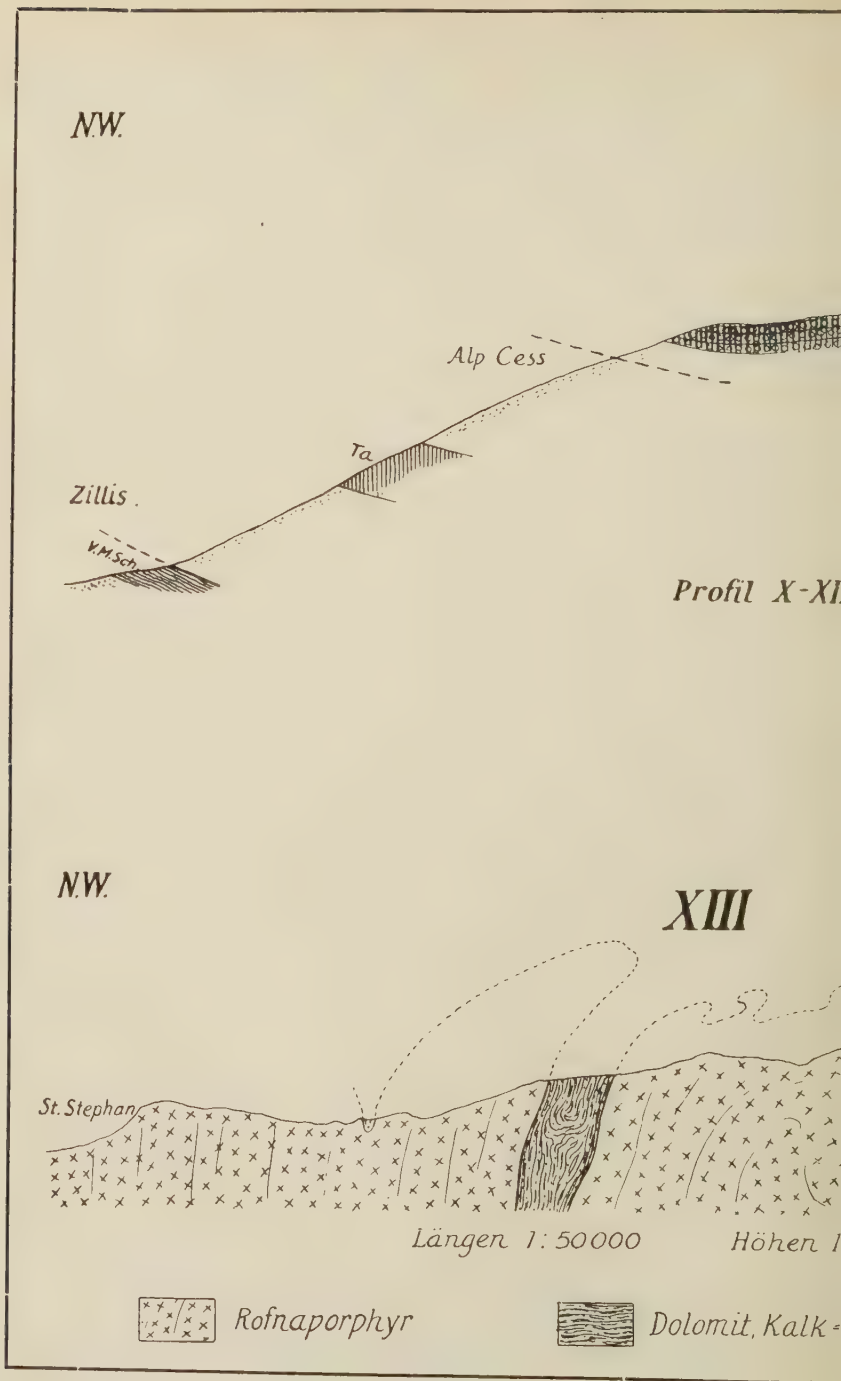
S. 34, Zeile 8 v. u.: „inneralpin“ statt „ostalpin“.

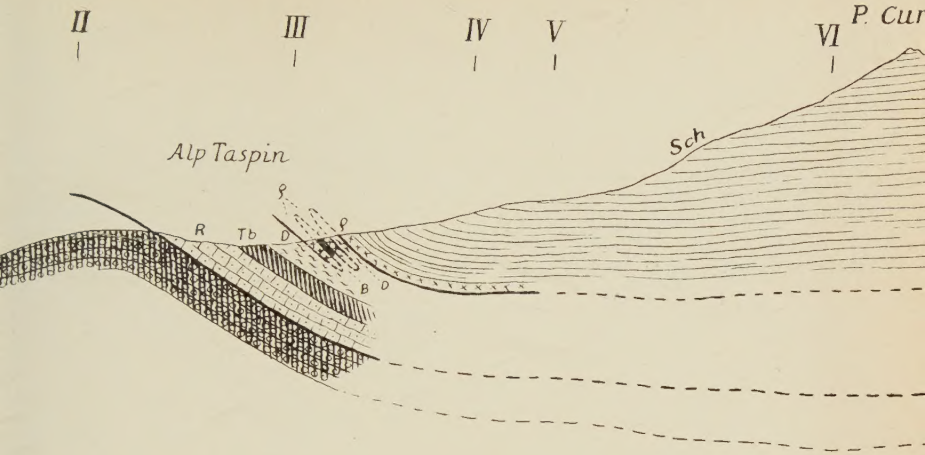
S 43, Zeile 6 v. u.: „normal hangend“ statt „autochthon“.

S. 44, Zeile 9 v. o.: „normal zu ihm hangenden“ statt „ihm autochthonen“.

Ansicht des Nordendes
des
Surettamassives.
ges. von Promischur 1846 M.
Pl. Crestinas 1505
Ars 1320
Rofnaporphyr
Rauchwacke
Schiefrige, quarzit. Kalke
Trias
Weisser Marmor, Tithon
Triasblöcke von ostalpinem Habitus.
Pignieu 1058

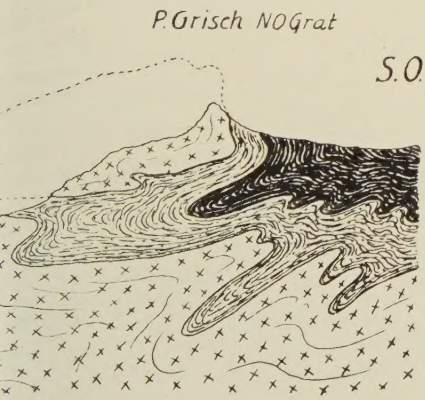
Bavugls →


NW.
Alp Cess
Ta
Zillis
V.M.Sch.
Profil X-XI
NW.
XIII
St. Stephan
Längen 1: 50000
Höhen 1
Rofnaporphyr
Dolomit, Kalk-

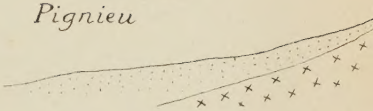


ingen 1:25 000
öhen 1:30 000

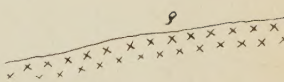
NW.



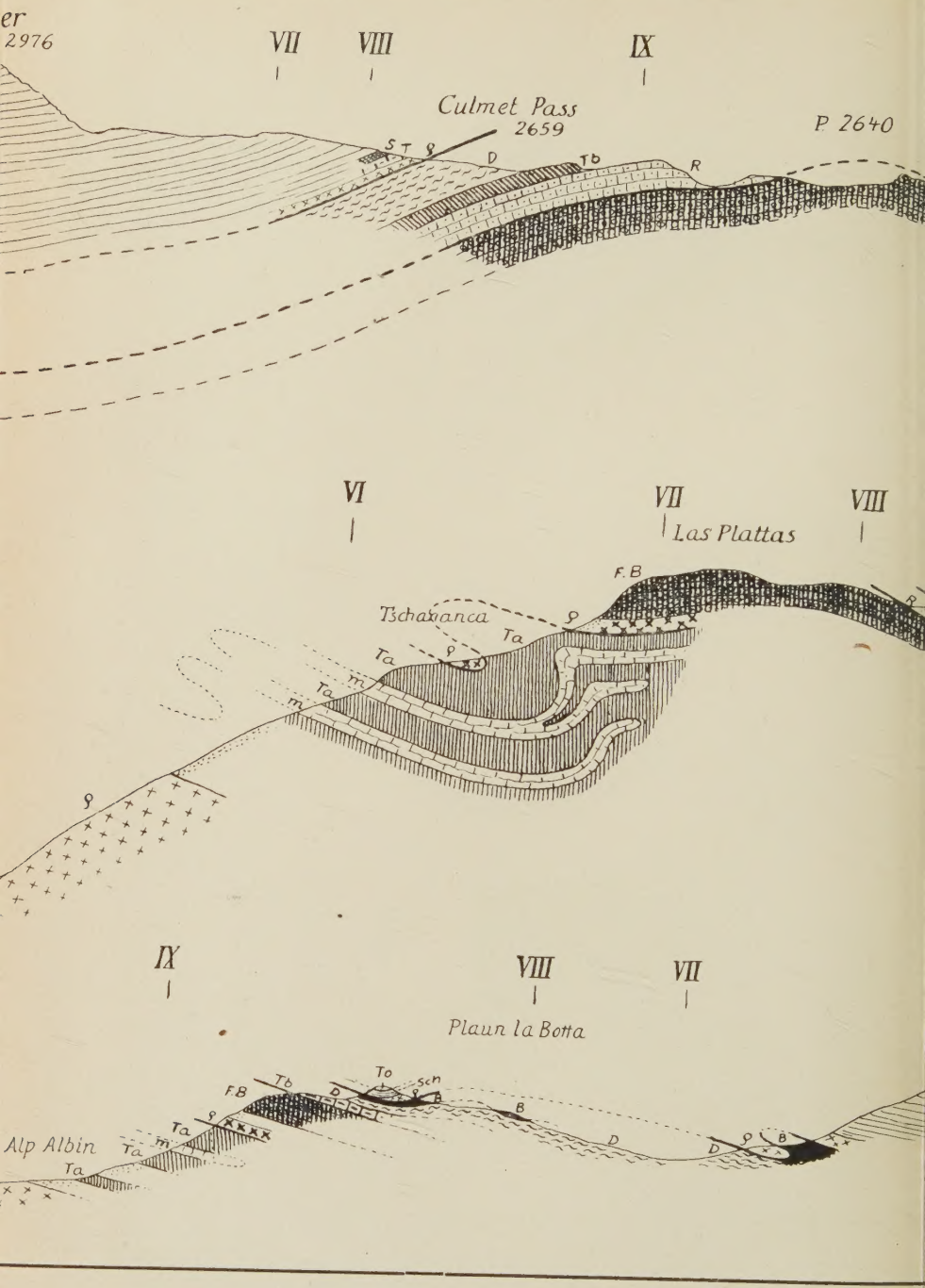
O

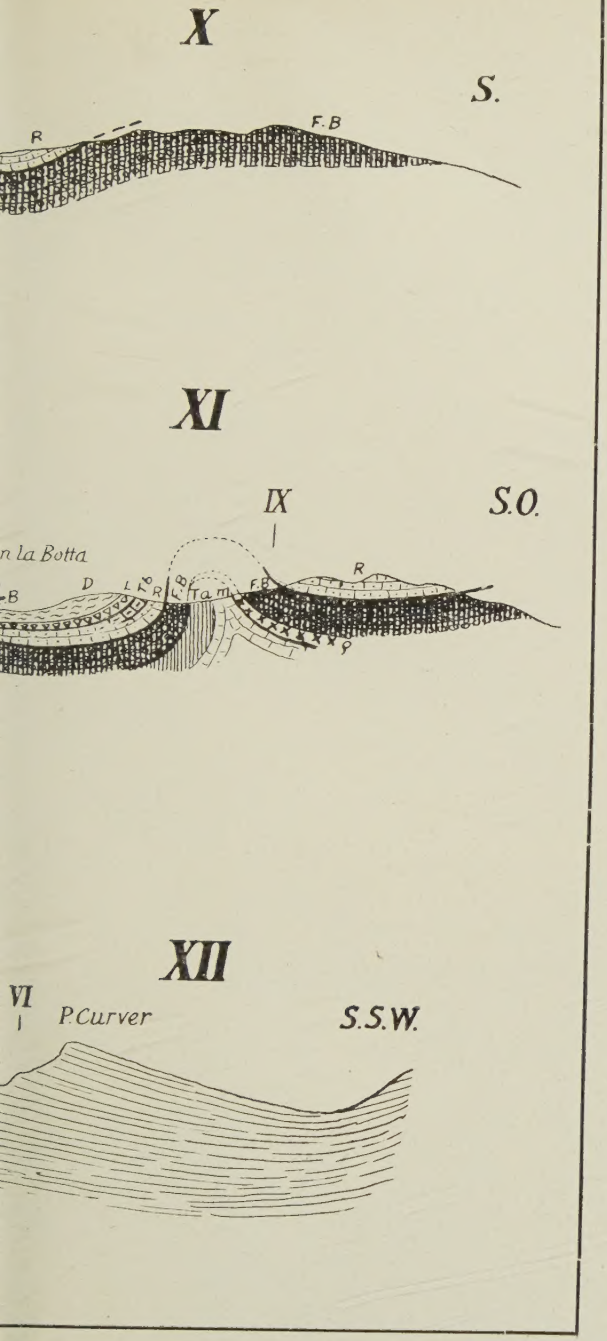


N.N.O.



Schiefer = Jura (?)


er
2976
VII
VIII
IX
Culmet Pass
2659
P. 2640
S
T
ϱ
D
Tb
R
VI
VII
VIII
Las Plattas
F.B
Tschavanca
ϱ
Ta
Ta
ϱ
m
Ta
m
ϱ
IX
VIII
VII
Plaun la Botta
To
Scn
F.B
Tb
D
ϱ
B
B
Ta
ϱ
m
Ta
Alp Albin
Ta
D
D
ϱ
B


X
S.
R
F.B
XI
IX
S.O.
n la Botta
D
R
F.B
Tam
XII
VI
P.Curver
S.S.W.